

А.Н. ТЮРЮКАНОВ

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ

К 70-летию со дня рождения

Издательство РЭФИА
Москва – 2001

А.Н. Тюрюканов. Избранные труды. – М.: РЭФИА, 2001. – 308 с.

Книга представляет собой сборник наиболее интересных и значимых статей выдающегося русского ученого–натуралиста, ярчайшего представителя русской естественнонаучной школы В.В. Докучаева, В.И. Вернадского, Н.В. Тимофеева-Ресовского – доктора биологических наук, профессора, академика Российской академии естественных наук Анатолия Никифоровича Тюрюканова. Три раздела книги («Почвоведение и экспериментальная биогеоценология», «Биосферное естествознание», «Размышления») дают представление как об эволюции научных интересов автора, так и о развитии естественнонаучной мысли в России в 20 веке. Всегда интересные, подчас неожиданные суждения автора дают богатую пищу как для дальнейших исследований природы, развития учения о биосфере, так и для размышлений о проблеме взаимоотношения человечества и биосферы.

Для широкого круга читателей, интересующихся почвенной, природоохранной и естественнонаучной тематикой.

Составители: *А.Е. Андреева, В.В. Снакин, В.М. Федоров*

Редколлегия: *А.А. Тюрюканов, Н.А. Костенчук*

ISBN 5–7844–0050–9

© А.Е. Андреева, 2001
© РЭФИА, 2001

ПРЕДИСЛОВИЕ

13 марта 2001 года исполнилось бы 70 лет со дня рождения выдающегося русского ученого доктора биологических наук, профессора, действительного члена Российской академии естественных наук Анатолия Никифоровича Тюрюканова.

Этот сборник был задуман еще при его жизни, как жизненный итог, как время собирать камни, разбросанные в разное время в разных мало доступных изданиях, многие из которых давно стали раритетами. Необходимость издания такой книги, как собирание зерен мудрости, ощущалась всеми, кто знал работы А.Н., кто с ним общался, помогал ему. Хотелось бы, чтобы собранные воедино наиболее значимые статьи, мысли, идеи, не затерялись в анналах и архивах библиотек, а зазвучали бы в новом контексте, получили бы новую жизнь, ушли бы в будущее, дожидаясь нужного часа для дальнейшего развития. И потому эта книга очень значима. Это книга — завещание, требующая и соответственного к ней отношения.

В этой книге изложены новые идеи, принципы и законы, развито новое видение целей, принципов науки будущего, новой точки роста научного знания, новой формы организации научного сообщества. Чтобы понять итог, нужно вспомнить о пути, к нему приведем.

Важнейшей вехой жизни А.Н. стала встреча с Николаем Владимировичем Тимофеевым-Ресовским. А.Н. почитал честью быть его учеником, но с полным основанием можно говорить о том, что он стал сподвижником Николая Владимировича. Через их глубочайшее взаимопонимание и сотворчество произошел мощный сплав двух потоков научной мысли. Николай Владимирович Тимофеев Ресовский — один из основателей современной генетики, включая медицинскую генетику, молекулярной биологии, биофизики, радиобиологии представлял один мощнейший поток, а Анатолий Никифорович являл собой во всей жизненности и красоте великое достижение русской научной мысли — генетическое почвоведение. В сплаве, в слиянии этих двух потоков, взаимно обогащавших и усиливавших друг друга, был собран тот субстрат научного знания, начало которому положил М.В. Ломоносов и который был поднят на новую высоту В.В. Докучаевым, а затем В.И. Вернадским. В этом сотворчестве уже рождалось новое знание. Этим знанием стала радиационная биогеоценология, которую Николай Владимирович шуточно называл «вернадскологией с сукачевским уклоном», но которая по сути своей явила новый научный синтез знания о триаде «Космос—Биосфера—Человечество». Это своего рода подвиг, от слова «подвигать», по значимости того научного шага, который был сделан на рубеже нового тысячелетия в науку будущего.

Важно подчеркнуть, что Николай Владимирович и Анатолий Никифорович высветили и закрепили в научном сознании коренную линию в развитии русского естествознания в то время, когда сам фундамент научного знания стал размываться технократической лавиной, вызвавшей глобальный экологический кризис. Они встали на пути этой лавины и сформулировали тезис о том, что проблема «Биосфера и Человечество» станет главной научной проблемой 21 века.

Обладая незаурядной научной проницательностью, А.Н. Тюрюканов сумел выявить целый ряд принципов, законов и узловых точек роста биосферных наук. Главным из них стал принцип «Биосферного естествознания». Тем самым был дан новый импульс развития биосферных идей В.И. Вернадского и Н.В. Тимофеева-Ресовского. Принцип «биосферного естествознания» А.Н. подкрепил обоснованием того, что в 20 веке сформировался новый фундаментальный класс наук, структурной основой которого являются: генетическое почвоведение, биогеоценология, геохимия ландшафтов, как ключевые разделы учения о биосфере и витасфере Земли. Это стало прорывом в новое качество научного сознания, когда раскрылась «живая ткань» синтетического мышления. Вкладу А.Н. в развитие идеи биосферного естествознания и посвящен второй раздел сборника, где в хронологическом порядке представлены наиболее значимые статьи «биосферного» цикла, что позволит читате-

лю проследить углубление научной мысли, постепенное раскрытие новых идей и понятий. Более развернуто обобщенный итог этого этапа изложен в книге «Н.В. Тимофеев-Ресовский: Биосферные раздумья».

Первый раздел настоящего сборника включил в себя статьи, посвященные различным аспектам почвоведения, радиобиологии, биогеоценологии, ландшафтоведения, охраны почв. Именно в этом разделе сосредоточены статьи, послужившие началом новых научных направлений, в том числе: изучение биопродуктивности ландшафтов, анализ миграции микроэлементов и радиоизотопов в ландшафтах, исследование ландшафтно-геохимических барьеров, изучение круговорота веществ в системе «почва–растение», в дальнейшем получивших широкое развитие.

Живая мысль А.Н. всегда находила отклик и притягивала к нему. У него было много учеников, профессионально работавших в разных областях науки. Поэтому здесь вы можете найти самые разные статьи в соавторстве с его учениками, характеризующие необычайную широту интересов А.Н. Многие из них затем углубили и развили его идеи уже в своих работах, что всегда только радовало Анатолия Никифоровича.

Научные положения, разрабатывавшиеся А.Н., были каналами прорастания науки в практику. Он всегда был в самых горячих точках сопряжения науки с практикой. Он говорил о необходимости структурной организации академической науки, о необходимости строить систему образования на естественнонаучных основаниях.

Всегда и во всем он мыслил естественноисторически, и это было его генетическим свойством. Он умел «прочитывать», чувствовать историю конкретного места, ландшафта, где бы он ни находился, иногда мысленно проникая на тысячелетия назад. Безусловно, эти знания опирались на глубочайшее знание классики и широчайшую эрудицию во всех без исключения областях. Так родилась идея «прорыва Босфора», прочтение послеледниковой истории ландшафтов России и открытие особых генетически сопряженных типов почв «ополец и ополица», гениально названных так по олицежаемому им присутствию «мужского» и «женского» начал. Опираясь на эти открытия, по другому «заиграла» и вся история заселения Земли русской, о которой он поэтично поведал в книге «О чем говорят и молчат почвы». Не случайно Н.В. Тимофеев-Ресовский говорил, что если бы следовали традициям «Российского императорского географического общества», то ему, то есть Анатолию Никифоровичу, следовало бы, учитывая его заслуги в изучении ополей, присвоить фамилию «Тюрюканов-Опольский», о чем он, Тимофеев-Ресовский, непременно бы похлопотал. Сюда же, в русло истории России, «легли» и открытые им ландшафтно-геохимические барьеры. С их открытием стало понятно, откуда брали железо наши предки. А может быть и открыты были эти барьеры потому, что чувствовал А.Н. историю места. Ведь он настолько хорошо, вплоть до деревень, знал Россию, что легко мог вести разговор с любым интересным ему собеседником, моментально перевоплощался и подхватывал разговор со случайным попутчиком. А гениальная память все цепко фиксировала.

В его представлениях жизнь ландшафта неразрывно была связана с жизнью людей, живущих в этом ландшафте, черпающих в нем не только пищу, но и духовность. И поэтому к концу жизни появляется статья «О ландшафтно-географическом принципе районирования России», определяющая интерес к проблемам этноса. И в таком напряженном сопряжении мысли, интуиции, опыта рождается понимание, что «...истина — квинтэссенция исторической жизни этноса, его духовной, нравственной материальной культуры...». И когда это понимание пришло и раскрылось, по новому встали проблемы времени, возраста, памяти.

Глубокие раздумья о больших временах, запаянных в историю ландшафта, открывают новую страницу научного творчества А.Н., обращая его мысли к извечным философским проблемам, которые становятся в центр пристального внимания и работы души. Он пытается найти и почувствовать соотношение между понятиями «время» и «возраст». И постепенно приходит понимание, что «...время — категория космическая, и в реальности биосферы проявляется по-особому. Здесь оно дополняется и конкретизируется категорией возраста. Возраст — категория систем, в которых осуществляется процесс управления. Возраст, иначе говоря, — категория живого. Живое есть проявление времени жизни биосферных систем». Но мысль не останавливается на этом и бежит дальше и глубже: он размышляет о духовности, о красоте, об интуитивном методе познания, который удивительным образом раскрывает в статье, посвященной А.С. Пушкину — столь любимому и почитаемому А.Н. Последняя статья, над которой работает А.Н., раскрываясь навстречу свету нового знания и жизни, — это статья «О ликах святых»... Мы решили объединить эти статьи-раздумья в 3 разделе книги.

Завершить предисловие мы хотели бы словами Анатолия Никифоровича: «...выходя в Ноосферное состояние, человечество поймет, что через все испытания его вела Россия — континент человечности с орлиным взглядом, огромными жертвами и мощной силой Любви к людям — братьям по планете».

Часть 1.

Работы в области почвоведения и экспериментальной биогеоценологии

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОВЕДЕНИЕМ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В ПОЙМЕННЫХ ПОЧВАХ р. МОСКВЫ В ПЕРИОД ПАВОДКА¹

К пойменным почвам приурочена довольно разнообразная фауна (дождевые черви, моллюски, насекомые и другие представители крупных беспозвоночных).

Особенности в распределении почвенной фауны, а также ее роль в почвообразовании до некоторой степени освещены в почвоведческой и зоологической литературе.

В настоящей работе мы ограничиваемся изложением наблюдений за жизнью и некоторыми особенностями распределения почвенной фауны в пойме р. Москвы в период половодья.

В подводный период жизни пойменных почв (в илах поемных водоемов) развивается разнообразная донная фауна, так как пресноводные илы богаты органическими остатками. Особенно обильно представлена личиночная фауна, деятельность которой играет большую роль в пойменном почвообразовании. Личинки перерабатывают громадные количества органического вещества, пропуская его через кишечник.

В поверхностной пленке ила (до 2 мм) развивается фауна хирономид; ходы хирономид можно увидеть на только что отложенном пойменном иллке; они проходят у самой поверхности иллка, на границе окислительной и восстановительной зон. В более глубоких частях ила обильно представлены олигохеты — особая группа роющих червей, которые в виде экскрементов выбрасывают большие количества иловых веществ. Б.В. Перфильев (1932) приводит данные Люндбека, по которым 3–4 тыс. особей *Tubifex* переносят в год от 6 до 16 кг сухого ила на 1 м² площади. Передвижение хирономид и червей в толще ила приводит к интенсивному газообмену между илом и придонной водой.

После спада паводковых вод и в связи с наступлением сухопутного этапа в жизни пойменных почв начинается интенсивное передвижение червей в поверхностные горизонты почв. Придавая большое значение роли дождевых червей в почвообразовании, весной 1955 г. нами были проведены наблюдения за поведением червей в период половодья на различных участках Раменского, Фаустовского и Коломенского расширений поймы р. Москвы. Эти наблюдения сопровождались учетом количества червей в пойменных почвах. Объем образца почвы для учета червей составлял $\frac{1}{20}$ м³ (50x50x20 см).

В табл. 1 приводятся данные по распространению дождевых червей, из которых видно, что в отдельных случаях количество червей в поверхностном горизонте почвы составляет внушительную величину — 140 шт., что при пересчете на 1 га

¹ Работа опубликована в «Сборнике студенческих научных работ. Биология и почвоведение. — М.: МГУ, 1957. — С. 205–208».

площади слоем 20 см составляет 5 600 000 шт. Правда, пересчеты подобного рода несколько завышают истинное содержание червей в почвах, так как при этом не учитывается комплексность почвенного покрова поймы, но тем не менее нельзя недоучитывать роль такой огромной массы червей в пойменном почвообразовании. Некоторое представление о количестве дождевых червей в почве можно получить, наблюдая за количеством их ходов на поверхности почвы.

Таблица 1

Распространение дождевых червей в пойменных почвах р. Москвы после спада паводковых вод весной 1955 г., шт. на 1 м² площади глубиной 20 см

№ пло. щадки	Место заложения площадки	Мощность наилка, см	Количество червей, шт./ м ²	Механический состав
Фаустовское расширение				
1	На стыке прируслового поймы, грива	0,3	244	ср. гл. мн
2	Там же, но в западине	0,5	176	- « -
3	В той же западине, в 20 м до нее, в	1,5	208	- « -
4	Там же 30 м в № 2	3,0	68	- « -
5	Там же, в № 2 м от	4,0	8	- « -
6	Центральная пойма, грива	0,2	28	супесь
7	Правобережное прируслово в овраге, в 160 м от	0,4	160	ср. гл. мн
8	Там же 40 м в № 7	0,5	116	- « -
9	Там же 60 м в № 7	0,6	76	- « -
10	Прируслово в овраге, в 100 м от	2,5	20	- « -
11	Центральная пойма, в 300 м от шала, в 4 м от	4	216	- « -
12	Там же 30 м в № 11	4	124	- « -
Коломенское расширение				
13	Прируслово в овраге, в 50 м от впадения	0,4	560	- « -
14	Центральная пойма, западина	1,1	4	ср. гл. мн
Раменское расширение				
15	Прируслово в овраге, в 50 м от реки	0,3	464	ср. гл. мн
16	Прибрежные песчаные отмели	1,0	0	супесь

Характер, мощность и состав пойменных наносов хорошо отражают гидродинамическую обстановку в пойме в период половодья. В этой связи представляет интерес приуроченность дождевых червей к наносам различной мощности (табл. 1).

В условиях половодья 1955 г. максимальное количество дождевых червей в пойме р. Москвы было приурочено к участкам с мощностью наилка 0,3–4,0 см среднего или тяжелого механического состава. На участках, не затоплявшихся водой или сильно заиленных (мощность наилка 10 см и более), количество дождевых червей было минимальным.

Кратко остановимся на некоторых особенностях биологии дождевых червей. В биологии эдафона (термин «эдафон» по аналогии с «планктоном» применяется для обозначения всего населения почвы). И.А. Четыркина (1926) различает два основных момента: а) воздействие среды на организм, т.е. зависимость распределения почвенных животных от элементов ландшафта, почвенного и растительного покрова и б) влияние организма на среду, т.е. роль отдельных животных в процес-

се почвообразования, изменения, вносимые ими в характер ландшафта, и влияние их на растительность.

В 1935 г. В.Н. Беклемишев и И.А. Четыркина, рассматривая вопрос о судьбе дождевых червей в период половодья, отмечали, что причиной, определяющей выживаемость дождевых червей, является кислородный режим воды на затопленной территории. Максимальное количество мертвых червей наблюдалось авторами в небольших лужах, остающихся на пойме после спада паводковых вод. По тем же наблюдениям дождевые черви на затопленной территории держатся там, где их застала вода, т.е. в поверхностных горизонтах почв. Черви начинают погибать при содержании растворенного кислорода 30–50% от насыщения.

В нашей работе биология червей систематически не изучалась, однако полученные данные по кислородному режиму кратковременных поемных водоемов (табл. 2) и полевые наблюдения за количеством мертвых дождевых червей на дне таких водоемов согласуются с наблюдениями В.Н. Беклемишева и И.А. Четыркиной. Данные табл. 2 показывают, что, несмотря на резкое пересыщение воды растворенным кислородом в дневные часы, ночью обнаруживается дефицит растворенного кислорода с падением его содержания до 50% от насыщения.

Таблица 2

Суточная динамика растворенного кислорода в воде кратковременного западного пойменного водоема р. Москвы. Фаустовское расширение (глубина взятия пробы воды 10 см). Метод Винклера: 3-кратная повторность

Дата взятия пробы	Время суток, час	Температура, °С	Содержание растворенного кислорода		Содержание растворенного кислорода при насыщении мг/л	Недостаток или избыток от насыщения		Погода
			мг/л	мг/л		%	мг/л	
31.5.55	17	17	14,9	10,4	9,33	+50	+4,97	
1.6.55	14	20	12,4	8,7	9,39	+32	+3,01	п а с м у р
3.6.55	6	10	10,1	7,1	11,35	-12	-1,34	
3.6.55	13	25	14,3	10,0	8,62	+54	+5,68	с о л н е ч н ж а р к и й
3.6.55	20	22	11,4	8,0	9,06	+25	+2,34	
4.6.55	5	12	7,1	5,0	10,99	-36	-3,89	
7.6.55	5	11	6,7	4,7	11,23	-41	-4,53	с о л н е ч н ж а р к и й
7.6.55	13	27	15,5	10,85	8,35	+85	+7,15	
7.6.55	21	20	9,5	6,7	9,31	+2	+0,19	
8.6.55	5	13	6,2	4,3	10,76	-43	-4,56	п а с м у р
8.6.55	13	23	12,1	8,5	8,91	+35	+3,19	
8.6.55	20	20	8,9	6,2	9,39	-6	-0,49	
9.6.55	5	16	7,5	5,25	10,13	-26	-2,63	п е р е м е
9.6.55	13	24	13,7	9,6	8,76	+56	+4,94	о б л а ч н о
9.6.55	20	18	8,8	6,2	9,74	-10	-0,94	

На выживаемости червей, по-видимому, серьезно отражается интенсивность иловых процессов, приводящих к биологическому и химическому поглощению кислорода и поставляющих в воду ряд восстановленных соединений.

Важнейшая роль червей в почвообразовании связывается обычно с передвижением червей в почве, в результате чего усиливается аэрация почвы, а также с жизнедеятельностью червей, пропускающих через свой кишечник большие количества органических и минеральных веществ почвы.

Подтверждением этого может служить такой пример. В Коломенском расширении, на участке недалеко от устья р. Северки, через 5 дней после спада паводковых вод было обнаружено на площади 1 м² 8,5 кг копролитов дождевых червей, причем немалая доля копролитов наблюдалась внутри ходов червей в почве.

Исходя из наших наблюдений, особенно следует подчеркнуть «своевременность» повышенной миграции червей в пойменных почвах. После спада паводковых вод в иле и в пойменной почве продолжают восстановительные процессы. Наступление сухопутного этапа в жизни пойменных почв ускоряется дроблением наилка прорастающими стеблями высшей растительности, а также повышенной подвижностью червей, в результате чего наилок распадается на структурные зернистые отдельности. При этом резко улучшается аэрация почвы и начинается бурный рост луговой растительности.

Особенности распространения дождевых червей и крупных беспозвоночных в пойменных почвах заслуживают специального изучения, так как роль и значение почвенной фауны в пойменном почвообразовании еще далеко не выяснены полностью.

О ПРОИСХОЖДЕНИИ ЗЕРНИСТОЙ И ТОНКОСЛОИСТОЙ СТРУКТУРЫ ПОЙМЕННЫХ ПОЧВ¹

Поддержание высокого плодородия луговых пойменных почв в значительной степени связано с наличием в них зернистой структуры. Кроме зернистой структуры, в пойменных почвах широко представлена тонкослоистая структура, проявляющаяся в способности наилок и почв поймы растрескиваться на тонкие пластинки, толщиной до 1–0,5 мм.

Б.Б. Польшов (1923) отметил две формы слоистости пойменных наносов — макрослоистость и микрослоистость, причем почвообразование маскирует обе эти формы. Объяснения происхождения микрослоистости Б.Б. Польшов не дал. По мнению А.Я. Бронзова (1927), тонкослоистая структура пойменных почв и наносов является результатом действия волн и ветра, сопровождающихся переменным отложением тонких и более крупных частиц, в зависимости от силы ветра и волн. В.Р. Вильямс (1949) связывал первоначальное образование зернистой структуры пойменных почв с растрескиванием богатых перегноем наилок поймы в результате подсыхания.

Наши исследования проводились в пойме нижнего течения р. Москвы в течение 1954–1955 гг. Особое внимание было уделено процессам, совершающимся в наилках и почвах поймы в период половодья. Гидродинамическая обстановка в пойме в период паводка приводит к дифференциации наносов в пространстве как по мощности, так и по механическому и химическому составу.

В области аккумулятивной прирусловой поймы весной 1955 г. отложились наносы большой мощности (до 20–40 см) легкого механического состава с невысоким содержанием органического вещества в форме перегноя. В области центральной поймы отложились наносы меньшей мощности (2–12 см), но тяжелосуглинистого механического состава с высоким содержанием перегноя — до 4,7%.

В период половодья пойма представляет собой своеобразный проточный водоем, характеризующийся обильным поступлением осадочного материала, кратковременностью существования и рядом других особенностей. В этот период в пойме протекает особая стадия почвообразования, которой свойственна высокая напряженность биологических процессов, своеобразная «вспышка» жизни. Эту стадию, являющуюся наиболее ранней стадией пойменного почвообразования, мы предлагаем называть «иловой».

¹ Работа опубликована в «Докладах АН СССР. 1957. Т. 116. №2. — С. 297–300». Представлено академиком И.В. Тюриным. Эта же проблема анализируется автором в работе «О происхождении и взаимосвязях зернистой и слоистой поймы», опубликованной в «Научных докладах высшей школы. Биологические науки. 1958. — С. 169–172».

Иловая стадия пойменного почвообразования характеризуется существованием системы «ил – придонная вода – основная вода» временного пойменного водоема. В основной и придонной воде пойменных водоемов бурно развивается фитопланктон, в процессе жизнедеятельности которого в воду продуцируется большое количество кислорода и органического вещества (табл. 1).

Таблица 1

Суточная динамика содержания растворенного кислорода в воде кратковременного пойменного водоема р. Москвы. Глубина водоема 20 см (повторность трехкратная)

Дата взятия проб	Колебания в содержании растворенного кислорода за сутки, мг/л	Содержание растворенного кислорода в различные часы суток, % от насыщения			Колебания температуры воды за сутки, °С	Примечание
		5 час	13 час	20 час		
3.06.55	10,1–14,3	88	154	125	10–25	С о л н е ч н ы
7.06.55	6,7–15,5	59	185	102	11–27	С о л н е ч н ы
8.06.55	6,2–12,1	57	135	94	13–23	П а с м у р н ы
9.06.55	7,5–13,7	74	156	90	16–24	П е р е м е н н ы о б л а ч н о с т

В это же время в свежееотложенных наилках под водой идут интенсивные микробиологические процессы разложения органического вещества в условиях восстановительной среды. Продуктами этих процессов являются: аммиак, метан и другие углеводороды метанового ряда, сероводород, а также углекислота и другие соединения. Об интенсивности микробиологической активности в иле можно судить по его газифицирующей способности, а также по увеличению концентрации «биогенных» ионов (NH_4^+ , HCO_3^- , Fe^{2+} , частично SO_4^{2-} и др.) в иловом растворе (табл. 2).

Таблица 2

Сезонная динамика уровней и химического состава почвенно-грунтовой воды луговой почвы поймы р. Москвы

Дата и глубина залегания уровня воды, см	pH	Е _h , мВ	Мг экв на 1 л воды										
			Fe ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	Na ⁺ +K ⁺ (по разности)	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅
30.05.55 (0)	7,0	190	7,85	20,2	5,5	8,6	13,1	31,3	21,5	-	2,5	0,07	с л
29.07.55 (98)	6,8	278	0,90	11,4	3,8	0,3	10,8	25,2	5,0	-	с л	с л	с л
1.11.55 (124)	6,7	302	1,60	8,5	2,7	с л	7,5	15,7	4,6	-	с л	с л	с л

Вследствие того, что наилки поймы имеют в затопленном состоянии высокую влажность и находятся в полужидкой или жидкой консистенции, выделяющиеся газы свободно в виде пузырьков проходят через иловую массу и воду и уходят в атмосферу, а частично растворяются в воде.

Таким образом, между илом, придонной водой и основной водой устанавливается диффузионный взаимнопротивоположный ток веществ. Из придонной воды в ил диффундирует растворенный кислород, а из ила в придонную воду – продукты иловых микробиологических и физико-химических процессов. Существование такого диффузионного тока способствует поддержанию высокой напряженности микробиологических процессов в илах.

Свежеотложенные наилки имеют тонкослоистое строение, вызванное чередованием темных и светлых полос, шириной 0,2–1 мм. Попытки разделить наилок по этим микрослоям не увенчались успехом вследствие высокой влажности наилка.

Для объяснения вопросов происхождения тонкослоистой структуры пойменных почв нами привлекается теория микрозонального строения ила, предложенная Б.В. Перфильевым (1932), пока не учитываемая почвоведом. Существование этой теории состоит в том, что определенные группы анаэробных микроорганизмов в иле распределяются локально в тонких прослойках — «микрizonaх», что обеспечивает одновременный приток к этим микроорганизмам необходимых для жизни разнокачественных соединений. Например, для существования серобактерий необходимо одновременное присутствие кислорода и сероводорода.

Сложные взаимоотношения различных групп микроорганизмов в иле приводят к превращениям органических и минеральных соединений, главным образом окислительно-восстановительного характера. В результате такой локальной «микрозональной» дифференциации микробиологических процессов ил принимает тонкослоистое «микрозональное» строение, причем «микрizonaы» располагаются параллельно поверхности наилка, т.е. перпендикулярно основному направлению диффузионного тока веществ. Дальнейшие изменения связываются нами со сменой подводного этапа в жизни поймы — сухопутно-наземным.

При подсыхании наилка происходит смена системы «ил — придонная» вода системой «ил — атмосфера». На участках, где механический состав наилок облегчен и соответственно беден энергетическим материалом для жизнедеятельности микроорганизмов, при наличии хорошего дренажа (область прирусловой поймы) происходит быстрое иссушение наилка и быстрое замирание иловых процессов. В результате этого «микрозональное» строение ила остается ненарушенным, а мертвое органическое вещество служит цементом, связывающим частички ила между собой в микрослоях. Это приводит к образованию микрослоистой структуры пойменных почв. В области центральной поймы, где механический состав относительно утяжелен, запасы органического вещества значительны, дренаж территории ухудшен, иловые процессы в наилке продолжают некоторое время после ухода воды с поверхности. Если в подводный период существования ила многочисленные выделения газов — продуктов восстановительных процессов в илах — свободно выделялись в придонную воду благодаря полужидкой консистенции наилка, то после ухода воды на поверхности наилка образуется тонкая сухая упругая корочка, сцементированная гидроокислами железа, возникающими при окислении соединений двухвалентного железа атмосферным кислородом. Внутри массы наилка еще продолжают иловые процессы с образованием газов. Но выделяться свободно в атмосферу этим газам мешает тонкая сухая корка на поверхности наилка, что и приводит к накоплению газов внутри наилка. Накапливающиеся газы производят большое давление внутри наилка, который еще находится во влажном состоянии. В результате этого внутри наилка образуется большое количество ячеек, пор, каверн, в известной мере напоминающих пустоты в хлебе, причем внутренняя поверхность этих пор инкрустирована пленкой гидроокиси железа. Микрозональное строение ила при этом исчезает, сменяясь ячеистым, а иловые процессы затухают вследствие накопления внутри наилка продуктов жизнедеятельности микроорганизмов. Пробивающаяся к этому времени через наилок луговая растительность разламывает наиболее тонкие перегородки между порами, ячейками, кавернами и раздробляет массу наилка на уже созревшие внутри его зернистые отдельности — прообраз зернистой структуры пойменных почв. В процессе дальнейшего сухопутно-наземного почвообразования происходит обогащение бывшего наилка перегноем, возникающим при разложении остатков высшей растительности, а также некоторые изменения в форме зерен. Образование зернистой структуры в результате подсыхания и термического растрескивания наилка автору не приходилось наблюдать. Такое растрескивание

ограничивалось образованием плит наилка площадью около 1–0,5 дм. Это дает нам основание утверждать, что термическое растрескивание наилка не может привести к образованию зернистой структуры.

Смена подводного периода жизни наилка сухопутным сопровождается энергичным передвижением в почве и наилке различных животных, в первую очередь дождевых червей. Максимум развития фауны приурочен к участкам центральной поймы с мощностью наилка от 0,3 до 3 см (в 1955 г.). На участке, где наилок отсутствовал или достигал мощности свыше 10 см, червей было мало. Учет количества дождевых червей в верхнем 20-см слое почвы с наилком мощностью от 0,3 до 5 см показал большие колебания — от 2 до 140 экземпляров дождевых червей в образце размером 50 см (20 см при среднем содержании 44 экземпляра (среднее из 14 определений). Эффект от передвижения такой массы червей в поверхностном горизонте почвы и в наилке значительный.

Все сказанное позволяет сделать вывод, что образование тонкослоистой и основных черт зернистой структуры пойменных почв совершается в период прохождения иловой стадии почвообразования и является в конечном счете результатом микробиологических процессов, протекавших в затопленных или сильно переувлажненных наилках и почвах поймы. Последующие стадии почвообразования, протекающие под покровом травянистой растительности, приводят к окончательному формированию зернистой структуры пойменных почв.

Литература

1. Бронзов А.Я. Типы лугов по реке Мологе, 1927.
2. Вильямс В.Р. Почвоведение. 1949. №2
3. Перфильев Б.В. Основы курортологии. — М.: Медгиз, 1932.
4. Побынов Б.Б. Донские пески, их почвы и ландшафты // Географические работы. — М.: Географгиз, 1952.

О ГЕНЕТИЧЕСКОМ ПЕРЕХОДНОМ КЛАССЕ ПОЧВ И НЕКОТОРЫХ ВХОДЯЩИХ В НЕГО ТИПАХ ТЕМНООКРАШЕННЫХ ПОЧВ¹

Создание генетической, естественноисторической классификации почв представляет собой главную проблему почвоведения. Исходным положением в создании и совершенствовании почвенных классификаций является тезис В.В. Докучаева о сопряженности эволюции ландшафтов и почв (1–16). По нашему мнению, генетическая классификация почв должна создаваться одновременно с классификацией ландшафтов.

Основой для анализа эволюции ландшафтов и почв является учение о циклах развития территории [13; 18]. В процессе развития территории в геологическом (тектоническом) и геоморфологическом (эрозионно-аккумулятивном) циклах происходят изменения в характере и напряженности физико-географических ландшафтно-геохимических и почвенно-биологических процессов. В случае опускания базиса эрозии эти изменения совершаются от исходных субаквальных и гидроморфных ландшафтов к автоморфным ландшафтам и почвам. Наибольшее внимание исследователей до последнего времени привлекали почвы автоморфных и гидроморфных ландшафтов. Значительно слабее изучена и менее понятна история ландшафтов и почв, занимающих переходное положение между автоморфными и гидроморфными. Топографически переходные ландшафты представляют собой высокие поймы, первые и, реже, вторые надпойменные речные террасы, а также современные и древнеозерные террасы в межгорных котловинах и депрессиях в районах неотектонических движений. Такие ландшафты распространены почти во всех регионах; они характеризуют собой определенный этап эволюции гидроморфных ландшафтов. Площадь переходных ландшафтов варьирует в широких пределах. Переходный характер ландшафтов и почв проявляется, с одной стороны, в промежуточном положении их в пространстве между почвами гидроморфного и автоморфного классов, а с другой – в ярко выраженном сосуществовании в каждом конкретном природном объекте (ландшафт, почва) признаков реликтовых и современных почвенных и физико-географических процессов. Эти обстоятельства определяют естественно-историческую, генетическую самостоятельность (самобытность) переходных ландшафтов и почв и, следовательно, их определенное классификационно-таксономическое положение.

При изучении особенностей почвообразования в долинах рек южных широт умеренного пояса в плане эволюции почв от начальной (иловой) стадии пойменного почвообразования к хорошо сформированным пойменным почвам, эволю-

¹ Работа опубликована в соавторстве с Т.Л. Быстрицкой в «Докладах АН СССР. 1962. Т. 147. №4. – С. 935–937». Представлено академиком В.Н. Сукачевым. Дальнейшее развитие темы отражено в монографии Т.Л. Быстрицкой и А.Н. Тюрюканова «Черные слитые почвы Евразии. – М.: Наука, 1971. – 256 с.».

ционирующим затем в долинном цикле к сухопутным зональным почвам, существенным является исследование пойменных почв после их выхода из режима ежегодной поемности при одновременном ослаблении режима внутрипочвенного гидроморфизма. Особое внимание при этом привлекают различные темноокрашенные слитые и не слитые почвы, прошедшие в своем развитии этап гидроморфного (пойменного) почвообразования и находящиеся сейчас в переходных ландшафтах разных регионов. Темноокрашенные почвы, имеющие слитое строение профиля или отдельных его горизонтов, описаны во многих районах Советского Союза: долины Дона, Волги, Урала, Кубани, Сунжи, Куры, Иртыша (Прикаспийская низменность, Грузия, Азербайджан, Северный Кавказ, Казахстан) и др., а также за рубежом: в Албании, Австрии, Болгарии, Греции, Румынии, Индии, Югославии, в ряде районов Америки и Африки. При такой сложной географии «слитых почв» их идентификация чрезвычайно затруднена, что объясняется не только разнообразием форм слитости почв, но и нечеткостью содержания понятия «слитые почвы».

Анализ естественно-исторических условий образования некоторых темноокрашенных слитых почв указывает на существование тесной генетической связи их с перечисленными выше переходными ландшафтами. Специфика гидротермического режима этих почв состоит в чередовании в годовом цикле периодов теплового избыточного увлажнения и резкого иссушения почвенной толщи. Это обусловлено, с одной стороны, зонально-климатическими особенностями южных широт умеренного пояса, а с другой — водным режимом переходных ландшафтов, существование которого состоит в чередовании грунтово-атмосферного, атмосферного, а иногда и паводкового типов водного питания почв в годовом и многолетнем циклах. Отражением специфики водного режима слитых почв в годовом и многолетнем циклах развития территории является пестрый флористический состав их травянистого растительного покрова (от лугово-болотных до степных форм). Чередование периодов теплого избыточного увлажнения и большой сухости, аэриобиозиса и анаэриобиозиса, резкие изменения окислительно-восстановительных условий в течение вегетационного периода находят отражение в составе высшей и низшей растительности. Это определяет существенные различия гумусообразования и вторичного минералообразования в различные периоды годового цикла развития слитых почв. Чередование качественных различных фаз почвообразования в годовом цикле развития слитых почв подчеркивает их переходный характер между почвами гидроморфного и ксероморфного классов. Формирование в переходных ландшафтах долин и депрессий почв со слитым строением профиля происходит на современных и древнеаллювиальных отложениях, лессовидных глинах и суглинках, переотложенных продуктах выветривания андезитовых пород и т. п. Общим для всех этих пород является возникновение в результате водного переотложения продуктов выветривания коренных и осадочных пород. Как правило, почвообразующие породы слитых почв характеризуются тяжелым механическим составом и карбонатностью. Глинообразующим материалом чаще всего являются минералы монтмориллонитовой группы.

На основании полевых наблюдений и анализа многочисленного литературного материала по слитым почвам, распространенным в переходных ландшафтах долин рек южных широт умеренного пояса (в районах с опускающимся базисом эрозии), авторы пришли к выводу о существовании особого генетического типа почв, для которого ими предлагается термин слитозем. Почвы этого типа распространены в долинах Кубани, Волги, Урала, Дона, Дуная (так называемые слитые черноземы), Куры, Терека, Алазани и т. д. Слитоземы имеют темноокрашенный гумусовый горизонт мощностью до 1 м, нейтральную или слабощелочную реакцию, сильную уплотненность профиля (слитость). Содержание гумуса в них варьирует около 2–5%, чаще всего оно близко к 4%.

Слитоземы являются гомологами смониц Балканского полуострова, которые формируются в переходных ландшафтах межгорных озерных котловин и депрессией в районах неотектонических движений, а также темных слитых почв Бирмы, некоторых разновидностей тирсов Марокко, регуров Индии и грумозолей Америки. Наряду с темноокрашенными слитыми (слитозем, смоница и др.) и не слитыми (лугово-черноземные и др.) почвами, в переходных ландшафтах долин и депрессий формируются почвы, не обладающие темной окраской (солонцы, такыры и т.д.). Генетическое родство этих типов почв определяется тем, что они являются результатом длительного развития переходных ландшафтов долин и депрессий на соответствующих этапах тектонического или геоморфологического циклов эволюции территории.

Анализ особенностей почвообразования в переходных ландшафтах разных регионов и выделение в них различных генетических типов почв, объединяемых общностью происхождения этих ландшафтов, позволяет установить понятие генетического переходного класса почв, который, наравне с генетическими автоморфными, гидроморфными и субаквальными классами почв, является одной из высших таксономических категорий генетической классификации почв. В основу выделения класса почв, как категории генетической, положен классический тезис Докучаева–Неустроева о сопряженности эволюции почв и несущих их ландшафтов. Ландшафты и почвы переходного класса наследуют от исходных гидроморфных ландшафтов ряд особенностей, из которых существенной является значительная комплексность почвенного покрова.

Литература

1. Афанасьев Я.Н. Докл. делегатов СССР на 1-м Конгрессе Международн. общества почвоведов. 1927.
2. Волобуев В.Р. Почвоведение. 1955. №11.
3. Герасимов И.П., Завалишин А.А., Иванова Е.Н. Почвоведение. 1939. №7.
4. Егоров В.В. Почвоведение. 1958. №11.
5. Иванова Е.Н., Розов Н.Н. Почвоведение. 1959. №1.
6. Иванова Е.Н. Докл. 6-му Международному конгрессу почвоведов. 1956.
7. Иванова Е.Н., Розов Н.Н. Докл. советских почвоведов 7-му Международному конгрессу в США. 1960.
8. Иозефович Л.И. О возрасте и эволюции гидрогенных почв в связи с их использованием. — М., 1931.
9. Ковда В.А. Тр. советской секции МАП. 1933. №2.
10. Крашенинников И.М. Изв. Геогр. инст. 1922. В. 3.
11. Польшов Б.Б. Географические работы. — М., 1952.
12. Прасолов Л.И. Тр. Почв. инст. им. Докучаева. 1934. №8.
13. Розанов А.Н. Сероземы Средней Азии. 1951.
14. Титов И.А. Взаимодействие растительных сообществ и условий среды. 1952.
15. Тимофеев-Ресовский Н.В. Тр. Инст. биологии УФАН. 1961. В. 27.
16. Герасимов И.П. Докл. советских почвоведов 7-му Международн. конгрессу в США. 1960.
17. Сукачев В.Н. Вопр. географии. 1949. В. 16.
18. Неустроев С.С. Географический вестник. 1922. В. 2—3.

ОПОЛИЦА И ОПОЛЕЦ – ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ПЕРЕХОДНОГО КЛАССА ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ¹

Узловым моментом почвенно-генетической концепции Докучаева–Неуструева является положение о сопряженности эволюции почв и несущих их ландшафтов. Разработка классификационной проблемы в почвоведении предполагает выяснение закономерностей почвообразования в конкретных ландшафтах и установление генетической самобытности почвенных типов. На этом было основано выделение трех генетических классов почв, формирующихся в процессе эволюции почв от исходных молодых гидроморфных (иловых и пойменных) к устойчивым, относительно более старым типам почв автоморфного класса [1]. В основу почвенно-генетической классификации авторами положен возрастной принцип, включающий понятия возраста ландшафтов и темпов их эволюции в тектоническом и геоморфологическом циклах развития территории.

На Русской равнине, где в четвертичную эпоху было несколько материковых оледенений, обособилась большая серия ландшафтов с разной геолого-геоморфологической структурой, разной историей и разными темпами эволюции. К числу наиболее распространенных типов ландшафтов Русской равнины относятся своеобразные ландшафты ополей. Ландшафты ополей – это возвышенные эрозионно расчлененные равнины с полого-волнистым рельефом. Абсолютные высоты их варьируют от 170 до 250 м, но иногда выходят за эти пределы. От соседних ландшафтов ополья на большом протяжении отделены четкими ландшафтными рубежами – широкими долинами рек, проложенными в депрессиях доледникового рельефа (реки Угра, Ока, Десна, Судость, Жиздра, Нерль, Клязьма и др.). Ополья находятся в зоне достаточного увлажнения. Их первичный растительный покров в настоящее время почти полностью уничтожен распашкой. В основе геолого-геоморфологического строения ландшафтов ополей лежат положительные структуры твердых коренных пород (известняки, мел, мергели), перекрытые местами древними глинами и песками; на этих коренных породах залегают отложения ледниковой и постледниковой эпох. Ландшафты ополей неоднородны по геолого-геоморфологической структуре. Наши наблюдения в долинах Оки, Угры, Брыни, Жиздры и других рек позволяют высказать мнение о сложности неотектонической обстановки на территории ополей: одни участки ополей испытали и, вероятно, испытывают локальные опус-

¹ Работа опубликована в соавторстве с Т.Л. Быстрицкой в «Докладах АН СССР. 1966. Т. 168. №4. – С. 955–958». Представлено академиком В.Н. Сукачевым. Эта же тема рассматривается в статье «Почвы Смоленско-Починковского ополья», опубликованной в «Научных докладах высшей школы. Биологические науки. 1969. №5. – С. 124–129» и др. статьях. В дальнейшем тема получила развитие в монографии А.Н. Тюрюканова и Т.Л. Быстрицкой «Ополья Центральной России и их почвы. М.: Наука, 1971. – 239 с.»

кания; в то же время другие участки, по-видимому, испытывают движения положительного знака. Описанное в специальной литературе [3] явление перехвата верховьев Жиздры Окой у Десны — следствие опускания озеровидных расширений долин Оки, Жиздры и Угры. Неотектоника ополей, проявляющаяся в опускании или поднятии тех или иных участков, в послеледниковую эпоху оказала существенное влияние на характер обводненности и строение почвенного покрова ополей.

Возникновение почвообразующих пород ополей, по нашему мнению, обусловлено аккумулятивной деятельностью древних рек во время таяния гигантского ледника (днепровская—русская эпоха). Воды гигантских пра-рек, стекавшие по древним ложбинам стока, несли большое количество взвешенного материала — продуктов эрозии моренных наносов и коренных пород Русской равнины (известняки, пески, глины). Морена представляет собой плохо сортированный нанос преимущественно супесчано-хрящеватого состава с включениями валунов. Характерной чертой морены является низкое содержание тонких фракций и преобладание легких минералов, главным образом кварца и полевых шпатов. Холодный климат перигляциальной области не способствовал биохимическому выветриванию морены, поэтому минерализация вод была низкой. В эту первую фазу выветривания в составе стока преобладали ионы щелочей и кремнезема, хотя абсолютное содержание их было низким.

Реки, возникшие в эпоху таяния ледника, не были глубоко врезаны в породы, а их сток был весьма велик. Это определило необычайно большие размеры их пойм (палеопоймы). Основные черты формирования аллювия палеопойм перигляциальной области сходны с современными, отличаясь, однако, большими размерами и мощностями различных фаций (прирусловой, пойменной и старичной). Русловая и прирусловая фации палеопойм представлены мощной (в несколько метров) толщей песков разной крупности, пойменная — толщей пылеватых суглинков, известных под названием лессовидных или покровных, и, наконец, старичная фация — осадками озерного типа с большим содержанием трепеловидного аморфного кремнезема. Рельеф палеопойм также в общих чертах был схож с современным. Прирусловой фации песков соответствовал дюнный или увалистый рельеф, пойменной фации суглинков — гривисто-западинный, а старичной фации — плоско-западинный. Уровень грунтовых вод в палеопоймах из-за слабого дренажа устанавливался высоко. Характер гидроморфизма в почвах был неодинаковым на различных участках палеопоймы. Малая минерализация вод и низкие температуры определили специфический характер почвенно-геохимической аккумуляции в палеопоймах. Тиниморфным элементом палеопойменных ландшафтов перигляциальной области был кремнезем, осаждавшийся из грунтовых вод как химическим, так и биологическим путем (расцвет диатомовых). Высшая растительность палеопойм была представлена как древесной, так и травянистой формациями, которые распределялись по пойме в зависимости от состава наносов и уровня грунтовых вод. На развитие растительности существенное влияние оказали холодные условия перигляциальной области. По характеру растительного покрова ландшафт палеопойм можно назвать луголесьем.

Строение аллювия палеопойм имело в общих чертах ту же схему, что и современный аллювий, т.е. его профиль был многочленным. По широкому развитию пойменной фации (лессовидные суглинки) можно судить о том, что в области ополей преобладал процесс спокойного меандрирования русла палеорек. Этот процесс литологически проявлялся в том, что гривистый рельеф песков прирусловой фации был перекрыт и заметно сnivelирован пылевато-суглинистыми лессовидными наносами пойменной фации. Отложение суглинков в палеопоймах достигало мощности 0,5–2,0 м в средних течениях палеорек и 2–5 м и более в их низовьях. Однако не только по продольному, но и по поперечному профилю палеопойм мощность суглинков была неодинаковой: на гривах песков прирусловой

фации мощность суглинков была в 1,5–3 раза меньше, чем в межгивных понижениях-западинах палеопойм.

При высоком (0,5–1,5 м) уровне грунтовых вод почвенный покров палеопойм находился в условиях повышенной гидрогенности, характерной для холодного климата перигляциальной области (малая минерализация вод щелочно-кремнеземного состава). По мере отступления ледника и усиления неотектонических процессов положительного знака уровень грунтовых вод понижался; при этом из-за двучленности (или многочленности) наносов на гривах водный режим почв складывался из атмосферного, капиллярно-грунтового и пленочно-капиллярного типа увлажнения; в западинах мощность суглинистого наноса была значительно больше, поэтому наносы западин палеопойм можно рассматривать как одночленные и однотипные по водному режиму (атмосферное и капиллярно-грунговое питание). Увлажненность западин еще более усиливалась за счет поверхностного стока вод с микроповышений.

Отступление ледника сопровождалось потеплением климата и усилением роли растительности в формировании профиля почв палеопойм. Естественно, что из-за разнокачественности аллювия и водного режима грив и западин палеопойм их растительный покров (состав, биомасса, скорость и характер разложения и т.д.) были неодинаковы. Почвы грив развивались по дерново-лесному или дерново-луговому типу (в зависимости от топографии, водного режима и других условий), тогда как в западинах формировались почвы лугового и лугово-болотного типа. Почвы на гривах были мало гумусны, в то время как почвы западин имели мощный (до 1,5 м) черный гумусовый горизонт. В почвах западин из-за повышенного гидроморфизма и гумусности заметную подвижность приобрели соединения железа и бикарбонат-иона. В почвенно-геохимическом аспекте это имело выдающееся значение. Щелочи и кремнезем, бывшие типоморфными элементами палеопойм холодной перигляциальной области, по мере отступления ледника, потепления климата и усиления биологических процессов в почвах уступили свое место железу и бикарбонат-иону. Характер почвообразования в палеопоймах на новом этапе их эволюции был сходен в общих чертах с почвообразованием в современных поймах рек.

Формирование физико-географической обстановки ополей связано с окончательным таянием ледника, оформлением гидрографической сети, врезанием рек в коренные породы, становлением умеренно-континентального климата, общим обсыханием территории как за счет уменьшения увлажненности, так и вследствие неотектонических поднятий отдельных массивов. Поднятие территории сопровождалось опусканием уровня грунтовых вод, усилением дренажа, ослаблением внутрпочвенного гидроморфизма и рядом других процессов. Отдельные участки палеопойм были размыты водами палеорек эпохи валдайского оледенения, другие сохранились как обширные «останцы» палеопойм на гигантской древнеаллювиальной равнине. Этому способствовали как поднятия останцов, так и опускания соседних территорий, принявших на себя воды эпохи валдайского оледенения. Именно такими останцами палеопойм эпохи днепровского (рисского) оледенения и являются современные ландшафты ополей.

Как было сказано, с момента образования микрорельефа палеопойм (микростады и микроповышения) им был свойствен разный почвенно-гидрологический режим, обусловленный в основном бывшим уровнем грунтовых вод и стоком вод с микроповышений в микростады. Эти различия были выражены сильнее на ранних этапах эволюции почв и растительного покрова ополей (палеопоймы, стадия луголесья). Обсыхание территории привело к уменьшению контрастности почвенно-гидрологического режима «гривы» и западины. Но, несмотря на это, в современных почвах ополей сохранились признаки-реликты – свидетели древнепойменного этапа их истории (слоистость почвообразующих пород, большое число точечных ортштейнов, пористость и кавернозность, остатки некогда

мощных черных гумусовых горизонтов и т.д.). Эти черты выражены в разной степени в микрозападине и на микроповышениях современного рельефа ополей. Как правило, в настоящее время в почвах микрозападин мы находим остатки черного горизонта (второй гумусовый горизонт современных почв), залегающего на глубине 25–50 см от поверхности, большое число точечных ортштейнов и ортштейноподобных образований по всему профилю (до глубины 2 м), сильную пористость и кавернозность и т.д. Из-за длительного и интенсивного увлажнения микрозападин в профиле их почв никогда не встречаются карбонаты, тогда как на соседних участках пологих микроповышений (всего на расстоянии 10–20 м) нами неоднократно отмечалось большое содержание карбонатов на глубине 130–180 см. В почвах микроповышений никогда не встречается второй гумусовый горизонт; пористость их значительно меньше, но зато лучше сохранилась слоистость наноса. Почвы микроповышений отличаются более легким механическим составом, особенно в нижней части профиля. Ряд других признаков – мощность и окраска гумусовых горизонтов, количество копролитов и ходов червей, наличие кремнеземистой присыпки подчеркивают исходные генетические различия почв микроповышений и микрозападин. В то же время одновозрастность и геохимическая сопряженность этих двух форм микрорельефа и почв позволяют говорить об их парагенезисе, т.е. о существовании двух самостоятельных, но сопряженных генетических типов почв в ландшафтах современных ополей. На основании исследования почв ополей Центральной России, их топографии, морфологии, химических и физических свойств, плодородия и гидрологии мы пришли к выводу о необходимости выделения почв микроповышений в самостоятельный генетический тип почвы под названием опольца, а почвы микропонижений в другой самостоятельный, но сопряженный с первым генетический тип почвы – под названием ополица [9]. Наличие в почвенном покрове ополья этих двух сопряженных генетических типов почв создает мозаичность, комплексность почвенного покрова ополей.

Таким образом, происхождение основных генетических типов почв ополей – опольца и ополицы – тесно связано с формированием древнепойменного рельефа и почвообразующих пород. Неотектонические процессы и современные физико-географические условия существенно изменили исходные свойства древнепойменных почв, сформировав современные генетические типы почв ополей Центральной России. Предпринятые авторами сравнительно-географические исследования Мещовского, Владимирского, Брянского, Смоленского, Касимовского, Трубчевского, Стародубского и других ополей подтвердили выводы о существовании сопряженных генетических типов почв ополей – опольца и ополицы.

Значительная увлажненность ополей в доисторическое время, связанная с высоким уровнем стояния грунтовых вод, и богатство почвообразующих пород элементами питания растений обеспечили в прошлом сравнительно высокое плодородие почв, что явилось причиной их раннего и длительного интенсивного земледельческого освоения (в истории России ополья играли роль ведущих земледельческих районов нечерноземной полосы).

Генетическая принадлежность почв ополей многие десятилетия, начиная с Рупрехта и Докучаева, была предметом дискуссий. Эти почвы называли черноземами, серыми лесными, темноцветными и т.п. Установление их самобытности возможно лишь на основе комплексного анализа истории опольных ландшафтов и достижений науки в области исследования гидроморфных почв.

Ландшафты ополей и их почвы – опольцы и ополицы – принадлежат к генетическому переходному классу почв и ландшафтов [1], прошедших в своем развитии гидроморфную стадию. Опольцы и ополицы являются северными гомологами темноокрашенных почв генетического переходного класса (смониц, слитоземов, тирсов, грумозолей, лугово-черноземных почв и т.д.), которые прошли гидроморфную (древнепойменную) стадию развития.

Литература

1. Быстрицкая Т.Л. Тр. Калужск. с.-х. опытной станции. 1965.
2. Быстрицкая Т.Л., Тюрюканов А.Н. ДАН. 147. 1962. №2.
3. Ковда В.А. Почвоведение. 1965. №1.
4. Коненков Д.М. Уч. зап. Воронежск. унив. 1939. №2.
5. Неуструев С.С. Почвы и циклы эрозии. 1929.
6. Тюрюканов А.Н. Научн. докл. высш. школы. 1958. №3.
7. Тюрюканов А.Н., Васильевская В.Д. Вестн. Московского унив., 1964. №4.
8. Шанцер Е.В. Тр. Инст. геол. наук. 1951. №135.
9. Якушевская И.В. Почвы Владимирского ополья. Автореф. дис... д.б.н. МГУ, 1958.

ПОЧВЕННО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАНДШАФТА МЕЩОВСКОГО ОПОЛЬЯ¹

Одним из основных природных районов Калужской области, играющим крупную роль в сельскохозяйственном производстве, является Мещовское ополье, расположенное на левобережье Оки. Мещовское ополье относится к ландшафтам типа ополей – возвышенным эрозионно-расчлененным равнинам, сложенным лессовидными бескарбонатными суглинками [1]. Основой геолого-геоморфологического строения таких ландшафтов являются положительные структуры твердых коренных пород (известняки и мергели девонского и каменноугольного возраста), перекрытые глинами и песками юрского и мелового возраста. Коренные породы перекрываются наносами флювиогляциального происхождения (хрящеватая суглинистая морена, пески и т.д.).

Абсолютные высоты Мещовского ополья не превышают 200–240 м; в западной части они достигают 260 м над уровнем моря. Мещовское ополье глубоко расчленено эрозионной сетью – овражно-балочной и речной. Амплитуда колебания относительных высот составляет 100–130 м. В целом ландшафт Мещовского ополья характеризуется полого-волнистым спокойным рельефом с не густой, но глубоко врезанной эрозионной сетью. Мещовское ополье состоит из двух массивов: основного, который занимает междуречье Оки, Жиздры, Угры и Рессы, и меньшего по площади, расположенного на междуречье Рессы, Вытебети и Жиздры. Второй массив можно именовать Ульяновским опольем, но излишнее дробление может затруднить работу по типологии ландшафтов ополей. Мещовский и Ульяновский массивы разделяет неширокая, до 12–15 км, полоса зандровых наносов, приуроченных к долине Жиздры. Реки этих массивов немногочисленны (Высса дренирует северный, основной массив, а Череть дренирует Ульяновский опольный массив).

Первичный растительный покров Мещовского ополья представлен широколиственными лесами дубравного типа. В настоящее время почти вся эта территория распахана, лесов дубравного типа практически не осталось; мало и вторичных, березовых лесов. Облесенность северного массива не превышает 10%. В южном Ульяновском массиве преобладают леса (25%) и кустарники овражно-балочного типа. Лугов как пойменных, так и суходольных мало.

Мещовское ополье – край древней земледельческой культуры, один из первых очагов поселения славян. Главной причиной безлесия этого ландшафта является раннее земледельческое освоение этой территории. В настоящее время в Мещовском ополье основные массивы заняты посевами зерновых, кукурузы, карто-

¹ Статья опубликована в соавторстве с В.Д. Васильевской в «Вестнике Московского университета. 1964. №4. – С. 64–70». Данная тематика нашла дальнейшее отражение в работе этих авторов «Основные закономерности распределения химических элементов в почвах долины р. Жиздры», опубликованной в сборнике научных трудов «Применение микроэлементов в с.-х. и медицине. – Рига, 1959».

феля. Урожаи сельскохозяйственных культур в этом районе при соблюдении правил агротехники и внесения удобрений превышают урожаи, получаемые в других местах Калужской области.

Почвенный покров Мещовского ополья в основном представлен типом серых лесных почв и переходными от дерново-подзолистых к серым лесным почвенным разностям [2; 3]. В Мещовском ополье встречаются темноцветные почвы, идентифицируемые как темно-серые лесные почвы. Мы не склонны относить темноцветные почвы Мещовского ополья к подтипу темно-серых лесных почв, а рассматриваем их как серые лесные почвы, природа темноцветного облика которых аналогична почвам Владимирского ополья.

В 1960–1962 гг. мы исследовали почвы Мещовского ополья в составе экспедиции по микроэлементам Московского университета.

На территории Калужской областной сельскохозяйственной станции (бывшее Воротынское опытное поле) в приводораздельной части (верхняя треть склона) Выссы под покровом смешанного леса залегает серая лесная почва. Растительный покров этого участка представлен смешанным лесом, в I ярусе которого произрастают сосна (*Pinus silvestris* L.) – 50%, липа (*Tilia cordata* Mill.) – 30% и береза (*Betula pubescens* Ehrh.) – 20%. В подросте встречаются липа и береза, а в подлеске груша (*Pyrus communis* L.) и рябина (*Sorbus aucuparia* L.). В травянистом покрове (степень покрытия – 50%) произрастают гравилат (*Geum rivale* L.), земляника (*Fragaria vesca* L.), вероника дубравная (*Veronica arvensis* L.), звездчатка (*Stellaria graminea* L.), осока волосистая (*Carex pilosa* Scop.) и другие виды.

Профиль почвы из разреза №114:

A_0 – 0–2 см	лесная подстилка, состоящая из сухих неразложившихся листьев липы, березы, хвой и травянистого войлока.
A_1 – 2–42 см	свежий, буровато-серый, пылевато-суглинистый, плотноватый, с зернисто-комковатой, хорошо выраженной структурой; встречается много каверн, ходов и копролитов червей, сильно перемешивающих почвенную массу; корней много, переход в следующий горизонт ясный.
B_1 – 42–59 см	свежий, грязно-бурый, местами светло-серый от кремнеземистой присыпки по граням структурных отдельностей, плотноватый, пористый и кавернозный, пылевато-суглинистый, с комковато-ореховатой структурой; заметна тенденция к горизонтальной делимости; встречаются ходы червей, много корней, переход в следующий горизонт замечен по цвету и плотности.
B_2 – 59–80 см	грязно-бурый, свежий, много кремнеземистой присыпки по трещинам и граням крупноореховато-глыбистой структуры, средний плотный суглинок; по ходам мелких корней и пустым порам прослеживаются слабые железистые пленки, заметна тенденция к горизонтальной делимости, переход в следующий горизонт постепенный.
B_3 – 80–119 см	свежий, желтовато-бурый с кремнеземистой присыпкой по трещинам и граням структурных отдельностей, пористый с железисто-гуматными пленками по граням глыб, тяжелый суглинок; корни единичны. переход в следующий горизонт замечен по исчезновению кремнеземистой присыпки и появлению тенденции к вертикальной делимости.
C – 119–160 см	свежий, желто-бурый пылеватый суглинок, пористый и кавернозный с железисто-гуматными пленками; от соляной кислоты не вскипает. Образцы с глубины до 300 м взяты буром.

В составе почвенного мелкозема на территории Мещовского ополья преобладает лессовидная пылеватая фракция 0,05–0,01 мм, содержание которой достигает 60%. Содержание илистой фракции незначительно (менее 10%). Все фракции распределены по профилю почвы сравнительно равномерно (табл. 1).

Таблица 1

Механический состав почв Мещовского ополья

№ разреза	Глубина, см	Содержание фракций, %				
		0,25–0,05 мм	0,05–0,01 мм	0,01–0,005 мм	0,005–0,001 мм	< 0,001 мм
114	0–42	8,0	60,9	10,0	14,6	6,5
	42–59	11,0	59,9	10,7	11,9	6,5
	59–80	8,3	66,0	8,4	11,1	6,2
	80–119	17,0	52,4	11,8	11,5	7,3
	150–160	13,0	54,9	9,8	13,6	8,7
	280–300	10,2	61,7	9,4	11,6	6,1
111	0–22	26,1	51,5	8,4	8,9	5,1
	22–52	17,0	60,0	9,1	8,4	5,5
	52–87	14,0	60,1	8,8	9,3	7,8
	87–105	14,6	56,3	10,9	10,0	8,2
	150–160	30,5	44,9	7,9	9,8	6,9
	200–220	24,6	49,6	7,8	11,4	6,6
	270–300	43,9*	35,0	7,7	8,7	4,7

* В разрезе №111 на глубине 270–300 см во фракцию 0,25–0,05 мм включена фракция среднего песка 1–0,25 мм, содержание которой составляет 14,7%.

Содержание гумуса в почвах Мещовского ополья невелико: в горизонте A₁ оно составляет около 3%, а в верхней части этого горизонта достигает 4%. Реакция почвы слабокислая (рН~6,1).

По данным химического анализа, распределение магния по профилю почвы Мещовского ополья равномерное, тогда как содержание кальция в гумусовом горизонте A_i в 2 раза выше, чем в нижних горизонтах. Подобную аккумуляцию кальция мы склонны объяснить биогенными процессами. Содержание фосфора невелико (менее 0,1%), лишь в горизонте B₃ оно несколько повышено (0,26%). В относительно равномерном распределении железа по профилю почвы прослеживается тенденция к его перераспределению между горизонтами A и B, благодаря которому содержание железа в горизонте A минимально. В нижних горизонтах профиля содержание алюминия повышенное (8,6%) (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав почв Мещовского ополья

№ разреза	Глубина, см	Гумус, %	рН	Fe, %	Al, %	P, %	Ca, %	Mg, %
114	0–42	2,8	6,2	1,7	6,3	0,05	1,7	0,6
	42–59	1,8	6,1	2,3	6,0	0,06	0,8	0,6
	59–80	0,8	6,0	2,2	4,9	0,05	0,4	0,6
	80–119	0,1	6,1	2,1	8,7	0,26	0,7	0,6
	150–160	—	6,1	2,0	8,5	0,09	0,8	0,6

№ разреза	Глубина, см	Гумус, %	pH	Fe, %	Al, %	P, %	Ca, %	Mg, %
111	0–22	2,1	5,9	1,2	3,7	–	0,7	0,2
	22–52	0,2	6,0	1,6	4,1	–	0,7	0,2
	52–87	0,3	6,1	2,2	5,3	–	0,9	0,3
	150–160	–	6,2	2,0	4,1	–	0,7	0,3
	270–300	–	6,2	1,9	3,5	–	1,35	0,4

Исследование содержания микроэлементов по профилю серой лесной почвы (разрез №114) показало, что распределение марганца равномерно, за исключением горизонта А, в котором он заметно аккумулируется (табл. 3).

Таблица 3

Содержание микроэлементов в почвах Мещовского ополья

№ разреза	Глубина, см	Mn, %	V, %	Cr, %	Co, %	Ni, %	Cu, %	Sr, %
114	0–42	1100·10 ⁻⁴	30·10 ⁻⁴	66·10 ⁻⁴	13·10 ⁻⁴	32·10 ⁻⁴	37·10 ⁻⁴	250·10 ⁻⁴
	42–59	770·10 ⁻⁴	40·10 ⁻⁴	63·10 ⁻⁴	11·10 ⁻⁴	23·10 ⁻⁴	31·10 ⁻⁴	100·10 ⁻⁴
	59–80	800·10 ⁻⁴	50·10 ⁻⁴	79·10 ⁻⁴	13·10 ⁻⁴	56·10 ⁻⁴	31·10 ⁻⁴	250·10 ⁻⁴
	80–119	800·10 ⁻⁴	50·10 ⁻⁴	81·10 ⁻⁴	15·10 ⁻⁴	53·10 ⁻⁴	38·10 ⁻⁴	100·10 ⁻⁴
	150–160	800·10 ⁻⁴	50·10 ⁻⁴	76·10 ⁻⁴	15·10 ⁻⁴	62·10 ⁻⁴	35·10 ⁻⁴	320·10 ⁻⁴
	280–300	800·10 ⁻⁴	40·10 ⁻⁴	68·10 ⁻⁴	17·10 ⁻⁴	53·10 ⁻⁴	38·10 ⁻⁴	250·10 ⁻⁴
111	0–22	630·10 ⁻⁴	60·10 ⁻⁴	91·10 ⁻⁴	16·10 ⁻⁴	25·10 ⁻⁴	16·10 ⁻⁴	490·10 ⁻⁴
	22–52	370·10 ⁻⁴	56·10 ⁻⁴	87·10 ⁻⁴	17·10 ⁻⁴	26·10 ⁻⁴	25·10 ⁻⁴	440·10 ⁻⁴
	52–87	220·10 ⁻⁴	51·10 ⁻⁴	58·10 ⁻⁴	16·10 ⁻⁴	24·10 ⁻⁴	20·10 ⁻⁴	440·10 ⁻⁴
	87–105	200·10 ⁻⁴	44·10 ⁻⁴	69·10 ⁻⁴	15·10 ⁻⁴	24·10 ⁻⁴	19·10 ⁻⁴	480·10 ⁻⁴
	150–160	340·10 ⁻⁴	69·10 ⁻⁴	126·10 ⁻⁴	19·10 ⁻⁴	34·10 ⁻⁴	22·10 ⁻⁴	480·10 ⁻⁴
	200–220	250·10 ⁻⁴	72·10 ⁻⁴	87·10 ⁻⁴	18·10 ⁻⁴	35·10 ⁻⁴	19·10 ⁻⁴	450·10 ⁻⁴
	270–300	440·10 ⁻⁴	72·10 ⁻⁴	89·10 ⁻⁴	18·10 ⁻⁴	37·10 ⁻⁴	25·10 ⁻⁴	550·10 ⁻⁴
	4	0–20	1020·10 ⁻⁴	47·10 ⁻⁴	80·10 ⁻⁴	16·10 ⁻⁴	30·10 ⁻⁴	28·10 ⁻⁴
25–35		1350·10 ⁻⁴	69·10 ⁻⁴	100·10 ⁻⁴	26·10 ⁻⁴	28·10 ⁻⁴	41·10 ⁻⁴	100·10 ⁻⁴
55–65		360·10 ⁻⁴	118·10 ⁻⁴	75·10 ⁻⁴	26·10 ⁻⁴	22·10 ⁻⁴	31·10 ⁻⁴	100·10 ⁻⁴
100–110		330·10 ⁻⁴	46·10 ⁻⁴	72·10 ⁻⁴	24·10 ⁻⁴	21·10 ⁻⁴	33·10 ⁻⁴	100·10 ⁻⁴
170–180		500·10 ⁻⁴	72·10 ⁻⁴	98·10 ⁻⁴	11·10 ⁻⁴	21·10 ⁻⁴	37·10 ⁻⁴	250·10 ⁻⁴
522	0–25	1200·10 ⁻⁴	90·10 ⁻⁴	86·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	21·10 ⁻⁴	40·10 ⁻⁴	–
	25–45	600·10 ⁻⁴	135·10 ⁻⁴	110·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	28·10 ⁻⁴	38·10 ⁻⁴	–
	45–80	410·10 ⁻⁴	110·10 ⁻⁴	110·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	33·10 ⁻⁴	36·10 ⁻⁴	–
	80–118	470·10 ⁻⁴	110·10 ⁻⁴	97·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	31·10 ⁻⁴	37·10 ⁻⁴	–
	130–160	420·10 ⁻⁴	45·10 ⁻⁴	60·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	18·10 ⁻⁴	41·10 ⁻⁴	–
523	0–12	1300·10 ⁻⁴	38·10 ⁻⁴	64·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	15·10 ⁻⁴	31·10 ⁻⁴	–
	12–35	720·10 ⁻⁴	100·10 ⁻⁴	113·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	31·10 ⁻⁴	38·10 ⁻⁴	–
	35–78	410·10 ⁻⁴	127·10 ⁻⁴	113·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	25·10 ⁻⁴	39·10 ⁻⁴	–
	190–200	540·10 ⁻⁴	116·10 ⁻⁴	116·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	12·10 ⁻⁴	35·10 ⁻⁴	–

Все остальные микроэлементы также сравнительно равномерно распределены по профилю почвы, только кобальт и никель характеризуются тенденцией к накоплению в нижних горизонтах. Содержание микроэлементов в разрезе №114 мало отличается от их среднего содержания в покровных суглинках ландшафтов ополья.

Профиль разреза №111, заложенного на высоком водораздельном плато (у начала склона к Жиздре) около с. Клюксы Козельского района на пшеничном поле на серой старопахотной суглинистой почве:

Ап – 0–22 см	свежий, серый пылевато-суглинистый, комковато-порошистой структуры, плотноватый и слабопористый, встречаются корни пшеницы.
В ₁ –22–52 см	свежий, светло-бурый с большим количеством белесой кремнеземистой присыпки, средний суглинок, пористый и кавернозный ореховато-комковатой структуры, плотный; переход в следующий горизонт постепенный.
В ₂ – 52–87 см	свежий, желтовато-бурый с большим количеством кремнеземистой присыпки, но меньше, чем в горизонте В ₁ ; средний суглинок, ореховатый с тенденцией к горизонтальной делимости, пористый и кавернозный; переход в следующий горизонт постепенный.
ВС – 87–105 см	свежий, желтовато-бурый с небольшим количеством кремнеземистой присыпки, крупнокомковатой структуры с тенденцией к горизонтальной делимости, пылевато-суглинистый, пористый; переход в следующий горизонт постепенный.
С ₁ – 105–180 см	свежий до влажного, желто-бурый, пылевато-легкосуглинистый, пористый и кавернозный с тенденцией как к горизонтальной делимости, так и к делению на вертикальные глыбы; по граням глыб и комков имеется небольшое количество кремнеземистой присыпки.

Ниже до глубины 300 см образцы брали буром. С глубиной механический состав породы заметно облегчается.

По механическому составу почва разреза №111 очень сходна с почвой разреза №114 (Воротынский); она может быть отнесена к пылевато-легкосуглинистым разностям с резким преобладанием лессовидной фракции. Содержание гумуса в серой старопахотной почве (разрез №111) низкое, в пахотном горизонте оно доходит лишь до 2,1%. Реакция этой почвы слабокислая (рН~6,0).

Содержание железа и алюминия в горизонте В₂ наибольшее, а в пахотном горизонте – наименьшее. Кальций и магний распределены по профилю почвы сравнительно равномерно. Существенных различий в распределении химических элементов по профилю почвы в разрезах №111 и 114 не обнаружено, кроме перераспределения железа и алюминия между горизонтами А и В. Содержание микроэлементов (табл. 3) в почвах разреза №111 существенно не отличается от их среднего содержания в ландшафтных кларках ополей. В разрезе №111 только количество стронция (~0,05%) несколько повышено. Можно считать, что «микроэлементный» профиль этой почвы не дифференцирован.

По свойствам и морфологическому строению почвам разрезов №111 и 114 близки светло-серые окультуренные суглинистые почвы разрезов №4, 522 и 523. Разрезы №4 и 522 заложены на поле водораздельного плато недалеко от Перемышля. Разрез №523 заложен на северо-западной окраине Мещовского ополья в с. Лопухине под смешанным лесом. По содержанию микроэлементов в профиле почв разрезов №111, 114, 4, 522 и 523 существенных различий не обнаружено (табл. 3). В верхнем горизонте этих почв отмечена аккумуляция марганца. Содержание ванадия в горизонте В превышает содержание хрома. Вследствие большой подвижности ванадия происходит его накопление в горизонте В.

Результаты специального анализа верхних преимущественно пахотных горизонтов почв Мещовского ополья показывают (табл. 4), что содержание микроэлементов в верхних горизонтах почв сравнительно мало изменяется.

**Содержание микроэлементов в поверхностном (0–20 см) горизонте почв
Мещовского ополья, развитых на лессовидных бескарбонатных суглинках**

№ раз-реза	Место взятия образца	Mn, %	V, %	Cr, %	Co, %	Ni, %	Cu, %
523	Л о п у х и н	890·10 ⁻⁴	63·10 ⁻⁴	84·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	15·10 ⁻⁴	34·10 ⁻⁴
23	М е щ о в с к	890·10 ⁻⁴	87·10 ⁻⁴	141·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	14·10 ⁻⁴	40·10 ⁻⁴
70	Ч е р н а я	1000·10 ⁻⁴	199·10 ⁻⁴	191·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	44·10 ⁻⁴	48·10 ⁻⁴
114	В о р о т ы н	1030·10 ⁻⁴	30·10 ⁻⁴	66·10 ⁻⁴	13·10 ⁻⁴	32·10 ⁻⁴	37·10 ⁻⁴
4	Г о р к и	1020·10 ⁻⁴	48·10 ⁻⁴	80·10 ⁻⁴	16·10 ⁻⁴	30·10 ⁻⁴	28·10 ⁻⁴
1070	Б а б ы н и н	1000·10 ⁻⁴	115·10 ⁻⁴	112·10 ⁻⁴	14·10 ⁻⁴	50·10 ⁻⁴	42·10 ⁻⁴
522	П е р е м ы ш	1000·10 ⁻⁴	90·10 ⁻⁴	86·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	21·10 ⁻⁴	40·10 ⁻⁴
111	К л ю к с ы	630·10 ⁻⁴	60·10 ⁻⁴	91·10 ⁻⁴	16·10 ⁻⁴	25·10 ⁻⁴	16·10 ⁻⁴
9	Д е ш е в к и	750·10 ⁻⁴	75·10 ⁻⁴	75·10 ⁻⁴	11·10 ⁻⁴	18·10 ⁻⁴	43·10 ⁻⁴
1040	К о з е л ь с к	1140·10 ⁻⁴	88·10 ⁻⁴	79·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	29·10 ⁻⁴	44·10 ⁻⁴
1120	В о р о т ы н	918·10 ⁻⁴	100·10 ⁻⁴	176·10 ⁻⁴	6·10 ⁻⁴	33·10 ⁻⁴	52·10 ⁻⁴
1180	В о л к о н с к	970·10 ⁻⁴	35·10 ⁻⁴	79·10 ⁻⁴	17·10 ⁻⁴	23·10 ⁻⁴	19·10 ⁻⁴
40	Д у д о р о в	440·10 ⁻⁴	54·10 ⁻⁴	83·10 ⁻⁴	8·10 ⁻⁴	15·10 ⁻⁴	29·10 ⁻⁴
43	У л ь я н о в	620·10 ⁻⁴	126·10 ⁻⁴	150·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	18·10 ⁻⁴	38·10 ⁻⁴
74	В о р о т ы н	878·10 ⁻⁴	100·10 ⁻⁴	86·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	49·10 ⁻⁴	50·10 ⁻⁴
75	В о р о т ы н	250·10 ⁻⁴	75·10 ⁻⁴	71·10 ⁻⁴	11·10 ⁻⁴	50·10 ⁻⁴	44·10 ⁻⁴
76	В о р о т ы н	2500·10 ⁻⁴	70·10 ⁻⁴	71·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	20·10 ⁻⁴	42·10 ⁻⁴
77	В о р о т ы н	1800·10 ⁻⁴	84·10 ⁻⁴	98·10 ⁻⁴	10·10 ⁻⁴	30·10 ⁻⁴	46·10 ⁻⁴
78	В о р о т ы н	1800·10 ⁻⁴	71·10 ⁻⁴	77·10 ⁻⁴	11·10 ⁻⁴	22·10 ⁻⁴	42·10 ⁻⁴
79	В о р о т ы н	1600·10 ⁻⁴	79·10 ⁻⁴	84·10 ⁻⁴	11·10 ⁻⁴	28·10 ⁻⁴	45·10 ⁻⁴
	С р е д н е е	1200·10 ⁻⁴	82·10 ⁻⁴	88·10 ⁻⁴	11·10 ⁻⁴	28·10 ⁻⁴	39·10 ⁻⁴

По вычисленным средним данным, содержание марганца составляет около 0,12%, ванадия и хрома – около 0,01%, меди – около 0,004%, никеля – около 0,003% и кобальта – около 0,001%.

На основании наших исследований можно оценить величину ландшафтных кларков химических элементов в Мещовском ополье, которые близки к перечисленным выше средним концентрациям.

Литература

1. Пашканг К.В. Мещовское ополье // Вестник Московского университета. Серия геогр. 1961. №3.
2. Ильин Р.С. Почвы Калужской губернии, вып. 1. – М.: Изд. Государственного почвенного института Народного комиссариата земледелия, 1928.
3. Урусевская И.С. Серые лесные почвы Сухиничи-Мещовского района Среднерусской провинции // Вестник Московского университета. Серия биол., почв. 1962. №6.

ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ И ИХ РОЛЬ В МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКЕ ЗЕМЛИ¹

Среди новых географических дисциплин, возникших за последние 15–20 лет, особое место занимает геохимия ландшафтов. Рождение этой дисциплины произошло в нашей стране, и создателем ее явился наш соотечественник Б.Б. Польшов. Теоретической предпосылкой нового раздела географии явились работы классиков естествознания В.В. Докучаева и его ученика В.И. Вернадского. Успехи ландшафтоведения за последние годы немало способствовали разработке учения о геохимии ландшафта. Выход монографии А.И. Перельмана «Геохимия ландшафта» [2] представляет собой закономерный успех молодой науки.

Насущной проблемой современной науки является познание закономерностей миграции химических элементов в почвах, биогеоценозах, ландшафтах и водоемах. В ее решении заинтересованы сельское хозяйство (микроудобрения и другие аспекты) и медицина (вопросы эндемических заболеваний и коммунальная гигиена), поисковая геология (геохимические методы поисков) и курортология, а также большой круг исследователей и практиков, работающих над вопросами защиты населения от радиационной опасности.

Для познания процессов развития географической оболочки Земли значительный интерес представляет исследование геохимической связи между сушей и океаном. Эта связь возникла в результате общности и сопряженности геологических и геохимических процессов, протекавших или протекающих под воздействием живых организмов. В этом смысле можно говорить о геохимическом круговороте веществ между сушей и океаном, охватывающем географическую оболочку в целом.

Этот геохимический круговорот элементов совершается в геохимических ландшафтах, т.е. в таких хорологических структурах, которые характеризуются общностью и сопряженностью процессов миграции химических элементов. Миграция химических элементов в ландшафте представляет собой совокупность многообразных процессов поглощения и вытеснения атомов или их соединений почвами, грунтами, природными водами и организмами, сопровождающихся перемещением элементов в ландшафте. Многообразные процессы, в которых участвуют атомы в каждой точке ландшафта, объединяются стоком в широком смысле этого понятия. Сток является необходимым условием миграции атомов в ландшафте и в целом в географической оболочке. В зависимости от напряженности ландшафтно-геохимических процессов и направления стока миграция элементов в ландшафте может привести либо к концентрированию, либо к рассеиванию атомов. Эффект

¹ Работа опубликована в «Известиях Всесоюзного географического общества. 1964. №4. – С. 306–312».

концентрирования или рассеивания целесообразно устанавливать на основании сравнения содержания того или иного элемента в конкретной точке ландшафта с его средним содержанием в ландшафте – ландшафтным кларком.

Общность процессов миграции атомов в ландшафте определяется общностью факторов геохимической миграции (биологических, климатических, геологических, гидрологических, почвенных и др.). Роль различных факторов в миграции атомов не одинакова, однако существенно то, что все факторы постоянно участвуют и влияют на геохимические процессы, протекающие в ландшафте.

На любом участке суши сток может быть охарактеризован его составом, объемом и вектором. Однотипность или разнотипность стока может служить важнейшим критерием для объединения геохимических ландшафтов в иерархическую систему, т.е. явиться основой для классификации геохимических ландшафтов. Под однотипностью стока в ландшафтно-геохимическом смысле следует понимать существование сравнительно однородной структуры стока, т.е. сохранение определенного соотношения между объемом жидкого и твердого стока, а также сходство в химическом составе каждого вида стока. Вектор стока определяет сопряженность геохимических ландшафтов и, следовательно, наряду с составом и объемом стока является важным классификационным критерием.

По мере формирования твердого и жидкого стока и его прохождения по сопряженным геохимическим ландшафтам происходят изменения в объеме и химическом составе природных вод. Каждое такое изменение отражает всю совокупность процессов превращения веществ в ландшафте. Необходимо отметить два типа изменений в химическом составе вод дренируемых ландшафтов.

Первый путь изменений – это постепенное нарастание или убывание концентрации тех или иных химических элементов по мере прохождения вод по однородной в ландшафтно-геохимическом смысле территории. Характер этих изменений зависит от многих условий (тип биогеоценоза, состояние растительного покрова, условия погоды, зональные особенности территории и т.д.). При этом, чем больше и разнообразнее по геолого-геоморфологической структуре территория, тем сильнее изменение в химическом составе исходных растворов, поступивших в ландшафт.

Второй путь изменений состава вод представляет собой резкое нарушение их химизма на границе с другим геохимическим ландшафтом, причем эти границы выступают как геохимические рубежи или барьеры, препятствующие выносу веществ из одного ландшафта в другой.

Двум формам стока (твердому и жидкому) соответствуют различные барьеры. Миграция веществ в составе твердого стока определяется главным образом гидродинамическим фактором и в меньшей степени определяется биологическими, химическими и физико-химическими особенностями водной среды. Это хорошо показано в работах Н.М. Страхова [6] и его школы. Миграция веществ в жидком стоке в основном контролируется многообразными процессами поглощения и вытеснения веществ почвами, грунтами и организмами с последующим растворением и переносом их, т.е. определяется совокупностью факторов, игравших второстепенную роль при формировании твердого стока. Поэтому геохимические барьеры для веществ, мигрирующих преимущественно в составе твердого стока, представляют собой различные преграды, нарушающие гидродинамику потока (снижение скоростей потока вследствие изменения рельефа ложа потока или сечения потока, изменения в объеме стока и ряд других причин). Геохимические барьеры для веществ, мигрирующих в жидком стоке, представляют собой участки, резко отличающиеся по своим химическим, физическим, физико-химическим и биологическим свойствам от свойств выше расположенной водосборной площади.

Геохимические барьеры – это зоны резко повышенных концентраций тех или иных химических элементов по сравнению с ландшафтным кларком. При-

чины и механизмы концентрирования могут быть различными в разных ландшафтах. Некоторые из этих механизмов рассмотрены в монографии Перельмана [2].

Для правильного понимания геохимического круговорота между сушей и океаном определенным интересом представляется предлагаемая автором общая схема расположения ландшафтно-геохимических барьеров. Расположение геохимических барьеров на пути миграции химических элементов лучше всего рассмотреть на примере волжского и донского бассейнов. За исходную точку миграции элементов можно принять любой из участков песчаной дюны, покрытой лесом в задровых полесьях, широко распространенных в бассейнах Волги и Дона.

Биологический круговорот элементов в рассматриваемых биогеоценозах характеризуется высокой напряженностью. Это показано исследованиями Н.П. Ремезова [4] и его сотрудников. Несмотря на это, вынос химических элементов природными водами в соседний ландшафт невелик. Дело в том, что элементы, вовлеченные в биологический круговорот, прочно удерживаются в нем, и лишь малая доля от всей массы подвижных веществ попадает в грунтовый поток. Это определяется, с одной стороны, захватом этих элементов в биологический круговорот и образованием аккумулятивных гумусовых горизонтов, а с другой – формированием иллювиальных горизонтов и ортандовых прослоек в лесных почвах, представляющих собой своеобразные экраны, не допускающие сильного выноса элементов в почвенно-грунтовый поток.

Проведенные в ряде мест комплексные исследования закономерностей формирования стока в лесах и на лугах подтверждают этот вывод. Наблюдения за формированием стока в лесах Воронежского заповедника, проведенные Ремезовым, показали, что количества выносимых водами элементов из того или иного типа леса во много раз меньше количества зольных элементов и азота, вовлеченных в биологический круговорот. Эти данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Соотношение между поступлением элементов с спадом и выносом их с внутриводным стоком в дубняке осоково-снытьевом (1953–1960 гг.)
По материалам Н.П. Ремезова)**

	Si	Al	Ca	Mg*	K	P	S*	N
Поступает с спадом за 1 год (среднее за 7 лет) кг/га	28,7	4,2	77,1	9,2	31,9	7,3	4,5	41,3
Выносятся со стоком за год (среднее за 7 лет) кг/га	0,05	0,37	2,14	0,11	0,2	0,002	0,02	0,43

* Данные по магнию и сере являются средними за три года (1958–1960 гг.)

Соотношения между поступлением элементов с опадом и выносом их с внутриводным стоком в 1955–1956 гг. сложились таким образом, что и в дубняке, и в осиннике вынос типичных биофилов (калия, фосфора, азота и кальция) был сведен к минимуму. Более полные данные (за 7 лет) подтвердили этот факт.

Биологический круговорот под разными типами леса складывается не одинаково; соответственно не одинаков и состав стока из-под разных типов леса. Это убедительно показано наблюдениями Ремезова над составом вод ручьев, дренирующих тот или иной тип леса. Воды ручьев, бассейн которых лежит в пределах только дубовых, осиновых и сосновых лесов, резко отличаются друг от друга, особенно по содержанию кальция (табл. 2). Состав воды р. Усманки, на водосборе которой распространены разные типы леса, характеризуется промежуточным положением между составом вод ручьев дубового и соснового лесов.

Сокращенные результаты химического анализа вод временных ручьев и р. Усмавки (среднее за 6 лет), по материалам Н.П. Ремезова, мг/л

Наименование ручьев и характер водосбора	<i>S_i</i>	<i>A1</i>	<i>Ca</i>	<i>K</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>N</i>
Крутовский ручей. дубняковый	3,9	77	43,7	3,8	0,1	0,84	8,0
Придорожный ручей. дубняковый	3,9	70	47,4	4,2	0,1	0,33	6,1
Черепахинский ручей. осиновый	3,2	6,7	27,0	3,3	0,1	0,57	8,4
Усманский ручей. сосновый	3,4	5,2	1,0	3,7	0,07	1,06	8,6
р. Усманка. смешанный	2,7	6,0	26,5	4,0	0,09	1,50	7,0

Приведенные данные показывают, что внутри биогеоценоза (в биоценозе и биотопе) создаются условия для максимального задерживания элементов. Небольшая доля веществ, выносимых внутрипочвенным стоком, отражает природу и обмен веществ в биогеоценозе. Совокупность превращений веществ в разных биогеоценозах одного ландшафта приводит к формированию стока определенного состава, свойственного только данному ландшафту. Литературных данных, посвященных этому вопросу, недостаточно, так как проблема эта нова и сложна. Можно надеяться, что предпринятые широкие комплексные биогеоценологические исследования в разных природных зонах обогатят наши знания о миграции веществ в биогеоценозах.

Несмотря на прочное удерживание химических элементов в биогеоценозе, часть элементов все же поступает в почвенно-грунтовые воды, которые движутся в направлении от водораздела в сторону долины реки. Поскольку ландшафты зандровых полесий представляют собой комплекс чередующихся в пространстве песчаных гряд и заболоченных межгрядных западин, то первой ландшафтно-геохимической преградой на пути почвенно-грунтовых вод, выносящих растворенные вещества, является зона контакта песчаной дюны с заболоченной западиной. Этот первый ландшафтно-геохимический барьер географически соответствует границам фаций или урочищ.

По химическим, физико-химическим и биологическим особенностям заболоченные западины резко отличаются от соседних песчаных гряд. Песчаный субстрат гряд представляет собою субстрат, бедный запасами элементов зольного питания растений. В результате застоя вод в западине происходит заболачивание почвы, сопровождающееся торфообразованием. По мере развития болота слой торфа нарастает, достигая в некоторых местах мощности в 2–3 м. Первоначальная разница в высоте между вершиной песчаной гряды и соседней западины составляла 1–4 м; в результате торфообразования эта разница сильно уменьшается, а в ряде случаев заболачивание захватывает и поверхность песчаной гряды, приводя к смене биоценоза. Нарастание торфяной толщи приводит к захвату почвенно-грунтового потока все большего сечения и, следовательно, все большая масса растворенных в воде веществ приходит в соприкосновение с торфяными слоями.

По физико-химическим и физическим свойствам торф и торфяные почвы резко отличаются от песчаных подзолистых почв. Песчаный субстрат подзолистых почв хорошо проницаем для воды и воздуха. Поэтому в этих почвах, как правило, господствуют окислительные процессы, движение потока почвенно-грунтовых вод значительно. В торфах и торфяных почвах движение почвенно-грунтового потока резко замедляется вследствие низкой фильтрационной способности торфа, участок постоянно увлажнен. В болоте господствуют восстановительные процессы, в результате которых почвы оглеены.

Таким образом, песчаная гряда представляет собой один элементарный ландшафт, а болото – другой, при этом зона контакта между ними является резко

выраженной физико-химической границей. Естественно, что в этой пограничной зоне происходят резкие изменения в химическом составе почвенно-грунтовых вод дренируемых песчаных гряд. Об этом можно судить как по сравнительному составу вод на песчаной гриве и в болоте, так и по тем отложениям минеральных соединений, какие наблюдаются в периферийной зоне болота (болотная железная руда, отложения фосфорнокислых солей в виде вивианита, отложения карбоната кальция и железа в виде известкового туфа и сидерита и т.д.). В зоне контакта формируются почвы, несущие черты геохимической аккумуляции (перегнойно-железисто-глеевые и торфянисто-железисто-глеевые, перегнойно-карбонатные оглеенные).

Все рассмотренное позволяет считать зону контакта песчаной гривы с заболоченной межгрядной западиной, расположенной на одном геоморфологическом уровне (водораздел или терраса), первым геохимическим барьером на пути выноса веществ в дренажную сеть или в постоянно действующий поток. Значение этого барьера необычайно велико, ибо в нем задерживается огромная масса веществ, мигрирующих в ландшафте. Первый ландшафтно-геохимический барьер густой сетью покрывает всю площадь задровых полесий. «Паутина» первого геохимического барьера представляет собой основную преграду выносимым из ландшафта веществам.

Несмотря на огромную заградительную роль первого ландшафтно-геохимического барьера, грунтовый поток, дренирующий водораздельные ландшафты, все же выносит небольшую часть растворенных веществ в область поймы. И снова на пути потока, несущего с водораздела растворенные вещества, встает крупный ландшафтно-геохимический барьер — притеррасные поймы, сопутствующие рекам на всем их протяжении. Притеррасные поймы — это аккумулятивные части ландшафта, географически соответствующие границам урочищ и ландшафтов. Показателем «заградительной» роли притеррасных болот в таежной зоне могут служить многочисленные отложения болотной руды, трепела, вивианита, известкового туфа, а в южных широтах к ним приурочены аккумуляции легкорастворимых солей. В 1955 г. автор настоящей статьи специально изучал роль притеррасных болот в поглощении растворенного в воде кислорода и на основании этого особо подчеркнул их заградительную роль в процессах миграции веществ в ландшафтах.

В табл. 3 приведено распределение растворенного кислорода в водах по мере прохождения их по разным частям ландшафта. Из этих данных следует, что на контакте песчаной надпойменной террасы р. Москвы с притеррасным болотом происходит полное поглощение растворенного в грунтовых водах кислорода, что существенно отражается на химизме этих вод. Автор считает, что опресненность вод рек Русской равнины в значительной степени обусловлена многочисленными природными фильтрами — ландшафтно-геохимическими барьерами, стоящими на пути движения элементов в почвенно-грунтовом потоке.

Таблица 3

Изменение содержания растворенного кислорода при прохождении почвенно-грунтовых вод от водораздела к пойме р. Москвы

Кислород	Песчаная терраса левого берега, еловый лес	Притеррасная пойма левобережья, осокое болото	Центральная луговая пойма	Притеррасная пойма правобережья, торфяник	Суглинистая терраса правобережья
В мг/л	6,8	0,0	3,0	0,0	3,2
В % от насыщения	65	0,0	25	0,0	25

Поступление веществ в русловой поток, казалось бы, гарантировало транзитный сток растворенных веществ в море. Однако мощные биологические фильтры в виде пресноводных фито- и зооценозов поглощают огромные количества веществ и сводят транзитный сток к минимуму. Этот процесс осаждения веществ в водах рек и водоемах многообразен и состоит из биологического поглощения организмами, адсорбции органическими и минеральными коллоидами и ряда других явлений. В этом смысле русла рек с их биологическими и физико-химическими процессами могут рассматриваться как своеобразный подвижный ландшафтно-геохимический барьер.

Последним ландшафтно-геохимическим барьером на пути растворенных веществ, выносимых в море, являются дельта и шельфовая область моря. Кроме механической осадки вещества в этих областях, огромная роль удержания вещества в биологическом круговороте принадлежит фито- и зоопланктону, а также бентосу и другим обитателям моря. Достаточно сказать, что основная масса биологической продукции Каспия сосредоточена в придельтовой области Волги.

Таким образом, из огромной массы веществ, ежегодно растворяющихся в ландшафтах Волжского бассейна, до моря доходит ничтожно малая часть. Это обусловлено многочисленными ландшафтно-геохимическими барьерами, стоящими на пути потока растворенных веществ. Эффективность «заградительной» роли таких барьеров обусловлена многими факторами, из которых биологический имеет выдающееся значение. Существование многих механизмов концентрирования химических элементов из растворов определяет геохимическое разнообразие этих барьеров.

Аналогичную картину можно нарисовать и для веществ, мигрирующих в твердом стоке, но ландшафтно-геохимические барьеры в этом случае будут иные. Твердый сток обусловлен многими причинами (рельеф, петрографический состав пород, климат, облесенность территории, агрокультурное состояние почв и т.д.). Говоря о барьерах твердому стоку, следует отметить, что они носят чисто механический характер. Первыми преградами твердому стоку служат многочисленные конусы выноса, делювиальные шлейфы и т.д. Вторыми более мощными преградами являются аккумулятивные участки речных пойм. Это главным образом прирусловые и центральные области пойм. Последним принадлежит особо важная геохимическая роль, как барьерам на пути твердого стока. Об этом свидетельствует тот факт, что транзитный сток взвешенных частиц реками центра Европейской части СССР составляет всего 2,4%. Если представить, что в гидрографическом отношении Европейская часть СССР сильно расчленена, то станет ясной роль пойменных ландшафтов как основных ландшафтно-геохимических преград на пути движения веществ с материка в океан. Особое место в аккумулятивных пойменных ландшафтах занимают широкие поймы низовьев рек и дельта Волги.

Такова кратко схема расположения ландшафтно-геохимических барьеров для жидкого и твердого стока веществ, мигрирующих в географической оболочке от материка к морю. Значение ландшафтно-геохимических барьеров в грандиозном геохимическом процессе миграции веществ велико. Их исследование заслуживает пристального внимания, так как от заградительной силы этих барьеров зависит уровень разнообразного (в том числе и радиоактивного) загрязнения наших почв и водоемов.

Предложенная схема – первый опыт анализа этого вопроса в общей форме. Дальнейшие исследования и конкретизация материала для разных природных зон и ландшафтов помогут более глубокому познанию геохимии ландшафтов нашей страны и разработке ряда эффективных мер по усилению или уменьшению заградительной и «очистительной» роли природных ландшафтно-геохимических барьеров. Одной из очередных задач в этой области является разработка классификации этих барьеров, оценка их общей и дифференциальной емкости

по отношению к конкретным химическим элементам, а также установление таксономического уровня барьеров в общей системе географических и ландшафтно-геохимических понятий.

Автор приносит глубокую благодарность В.А. Ковде, а также сотрудникам лаборатории биофизики Института биологии УФАН СССР за ценные замечания и добрые советы.

Литература

1. Вернадский В.И. Избр. произв. — М., 1960. Т. 1 и 5.
2. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. — М., 1961.
3. Побынов Б.Б. Избр. тр. — М.—Л.: Изд. АН СССР, 1956.
4. Ремезов Н.П. Разложение лесной подстилки и круговорот элементов в дубовом лесу // Почвоведение. 1961. №7.
5. Страхов Н. М. Общая схема осадкообразования в современных морях и озерах малой минерализации // Образование осадков в современных водоемах. — М.—Л.: Изд. АН СССР, 1954.
6. Тюрюканов А.Н. пойменные почвы в нижнем течении реки Москвы. Дисс. МГУ, 1956.
7. Тюрюканов А.Н. Об особенностях химического состава почвенно-грунтовых вод поймы и определяющих его факторах // Почвоведение. 1957. №9.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЙМ РЕК СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ РСФСР¹

Поймы рек – это своеобразные в природном отношении ландшафты, резко отличающиеся от водораздельных пространств. Особенностью пойм рек является затопление их паводковыми водами и отложение наилков. Это неповторяющиеся в других ландшафтах процессы определяют хорошую водообеспеченность и высокое плодородие пойменных территорий. Наличие достаточного количества воды и образование плодородных наносов обеспечивают бурное развитие всех форм жизни. Поймы рек – это ландшафты с высокой биологической продуктивностью. Естественные травостои пойменных лугов дают в период сенокоса до 80 ц сена с га, что в 3–4 раза превышает максимально возможные урожаи суходольных лугов.

Наиболее рациональное использование пойм среднерусских рек – создание в поймах высокопродуктивных сенокосов и пастбищ. Только такой тип хозяйственного использования соответствует природным особенностям этих ландшафтов и сохраняет их высокую естественную биологическую продуктивность. Площадь пашни на территории пойм должна быть сокращена до минимума.

Высокая хозяйственная продуктивность пойменных сенокосов и пастбищ может быть достигнута при соблюдении следующих условий.

1. Правильное использование травостоев: систематическая борьба с сорняками, подсев ценных видов трав, удобрение лугов, соблюдение режима сенокосения.
2. Организация загонного выпаса скота на пастбищах.
3. Обязательное орошение всех пастбищ.
4. Резкое ограничение приемов коренной мелиорации лугов, ибо замена естественного травостоя на искусственный приводит к снижению качества и количества продукции луговых угодий.
5. Правильное регулирование водного режима в поймах, заключающееся в поддержании оптимального уровня грунтовых вод путем шлюзования всей существующей и вновь строящейся дренажной сети, строительства плотин и дамб на малых реках.

¹ Тезисы доклада (совместно с И.Т. Кузьменко, М.П. Павловой, Л.А. Шкурениковым) на региональном совещании «Продуктивность почв лесостепной зоны. – Пушкино, 1972. – С. 95–97». В дальнейшем проблема биопродуктивности пойменных ландшафтов была развита в серии статей и монографии этих авторов «Почвы и первичная продуктивность пойм рек Центральной России. – М.: Наука, 1977. – 152 с.».

О ДЕСОРБИРУЮЩЕМ ДЕЙСТВИИ ПРИРОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ¹

Присутствие органических веществ в природных водах, как известно, способствует миграции химических элементов. Действие растворенных в воде органических веществ может быть чрезвычайно разнообразным: это может быть защитное действие на минеральные коллоиды, повышение кислотности среды, образование растворимых простых солей или комплексообразование с различными металлами [1–5]. Последний процесс особенно важен в связи с миграцией химических элементов, так как растворимые, малодиссоциированные комплексные соединения являются формой, наиболее способной к миграции. В последние годы в связи с развитием общих представлений о комплексных соединениях усилился интерес к природным комплексонам, способным переводить металлы непосредственно из кристаллических решеток минералов или из почвенного поглощающего комплекса в почвенные растворы [6–9]. Такие природные комплексоны существуют в живых организмах, после отмирания последних могут быть экстрагированы из них водой или вновь образоваться при разложении растительных и животных остатков.

Исследуя процессы сорбции и десорбции микроколичеств элементов в почвах, мы изучили десорбирующее действие некоторых природных вытяжек и установили на примере цинка комплексную природу этого действия. В число изученных элементов входили железо, цинк, кобальт и иттрий (обладающие высокими комплексообразующими свойствами), стронций (менее способный к комплексообразованию) и цезий (практически не дающий комплексов). В работе были использованы радиоактивные изотопы этих металлов ⁵⁹Fe, ⁶⁵Zn, ⁶⁰Co, ⁹⁰Y, ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs. Изотопы были взяты в индикаторных количествах без добавления носителей. Основная часть опытов проведена с луговой почвой (Южный Урал); в некоторых опытах, кроме того, использованы чернозем (Курская обл.), краснозем (Грузия) и подзол (горизонт A₂) (Московская обл.).

Было поставлено две серии опытов. В I серии была изучена десорбция железа, кобальта и цинка из различных почв водными вытяжками из желтых листьев березы, сосны, черемухи и осины, а также зеленой полыни. Для получения вытяжек листья и полынь, в количестве около 100 г, обрабатывали 5 л озерной воды и выдерживали неделю; во II серии опытов, где изучалась десорбция цинка, стронция, иттрия и цезия из луговой почвы, были применены более концентрированные экстракты из листьев осины, черемухи и березы, которые готовили 2-недельным настаиванием 1 л воды на 100 г листьев.

¹ Работа опубликована в соавторстве с А.А. Титляновой и Г.И. Махониной в «Докладах АН СССР». 1959. Т. 126, №6. – С. 1346–1349». Представлено академиком И.В. Тюриным.

Для сравнения во всех опытах проведена десорбция водой и 0,01 N раствором ЭДТА (одного из самых сильных комплексонов).

Методика опытов была следующей. Навеску почвы (1 г) перемешивали некоторое время (постоянное и достаточное для установления равновесия) с 40 мл раствора определенного радиоизотопа в дистиллированной воде. Затем жидкость центрифугировали, почву промывали 90 мл дистиллированной воды, обрабатывали 40 мл десорбирующего раствора и снова перемешивали с раствором до установления равновесия. По окончании десорбции раствор центрифугировали, и из него брали пробу для определения процента десорбции.

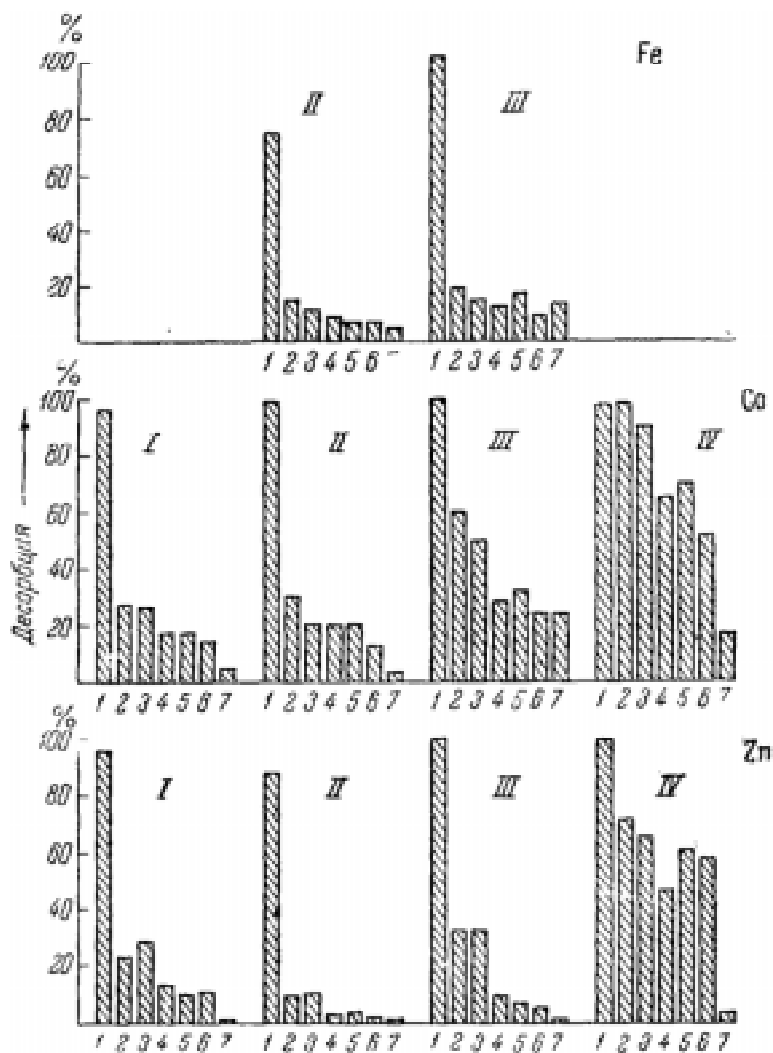


Рис. 1. Десорбция железа, кобальта и цинка из различных почв раствором ЭДТА, природными экстрактами и водой. I – чернозем (11% гумуса), II – луговая почва (10,5% гумуса), III – краснозем (5,7% гумуса), IV – подзол, горизонт А₂. 1 – 0,01 N раствор ЭДТА, 2 – экстракт желтых листьев осины, 3 – экстракт зеленой полыни, 4 – экстракт желтых листьев черемухи, 5 – экстракт желтых листьев березы, 6 – экстракт желтых игл сосны, 7 – дистиллированная вода.

Результаты I серии опытов, представленные на рис. 1, показывают, что вытяжки десорбируют железо, кобальт и цинк меньше, чем раствор ЭДТА, но значительно больше, чем вода. Особенно сильно действуют вытяжки на кобальт и цинк; железо испытывает меньшее влияние, но и его десорбция вытяжками в среднем в полтора раза выше, чем десорбция водой. Во всех случаях вытяжки из осинового листа и из полыни оказывают большее влияние, чем вытяжки из листьев березы, черемухи и сосны. Десорбция на разных почвах происходит по-разному, причем легко заметить, что уменьшение количества гумуса в почве ведет к увеличению процента десорбции. Это можно объяснить, по-видимому, тем, что исследованные элементы связываются прочно органической частью почвы; уменьшение или отсутствие последней приводит к более легкому переходу элементов в раствор. Во II серии опытов (рис. 2) процент десорбции цинка несколько выше, чем в I серии, с более слабыми вытяжками, но порядок действия экстрактов не изменился. Поведение иттрия аналогично поведению железа, цинка и кобальта: он десорбируется вытяжками значительно больше, чем водой, но меньше, чем раствором ЭДТА. Другую картину дает стронций. В отличие от всех остальных изученных элементов, экстракты десорбируют стронций сильнее, чем раствор ЭДТА. В будущей работе необходимо выяснить причины этого явления. Наконец, цезий, элемент практически не комплексуемый, чрезвычайно мало десорбируется как раствором ЭДТА, так и вытяжками.

На основании полученных результатов возникло предположение, что десорбирующее действие вытяжками объясняется процессами комплексообразования; присутствующие в вытяжках природные комплексоны образуют с поглощенными почвой катионами комплексные растворимые соединения и, таким

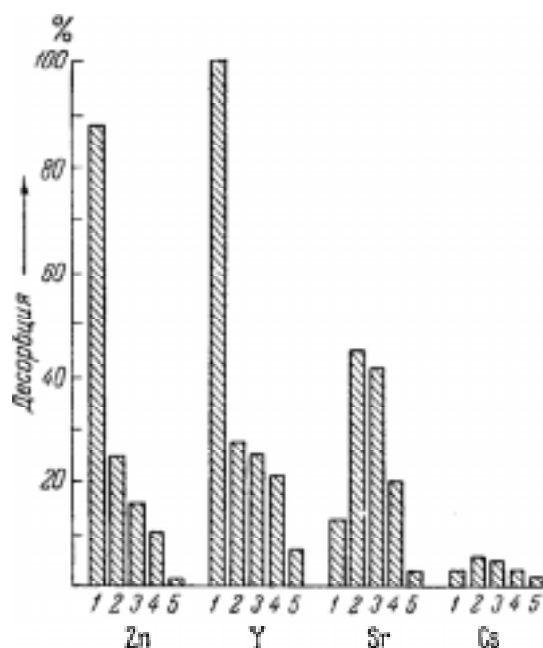


Рис. 2. Десорбция цинка, иттрия, стронция и цезия из луговой почвы раствором ЭДТА, природными экстрактами и водой. 1 – 0,01 N раствор ЭДТА, 2 – экстракт желтых листьев осины, 3 – экстракт желтых листьев черемухи, 4 – экстракт желтых листьев березы, 5 – дистиллированная вода.

образом, переводят эти катионы из почвы в раствор. Это предположение имело следующие основания: во-первых, из всех изученных элементов только цезий, не дающий комплексов даже с ЭДТА, чрезвычайно мало десорбировался вытяжками; во-вторых, действие вытяжек в случае десорбции ими кобальта и цинка из подзола приближалось к действию ЭДТА (сильнейшего комплексона); в-третьих, нами было еще раньше установлено [10], что такой элемент, как кобальт, десорбируется из чернозема растворами солей и слабой кислотой (0,01 N HCl) незначительно, в то время как раствор ЭДТА десорбировал его на 100%, вытяжки – на 20–30%.

Для доказательства комплексонного действия вытяжек были поставлены специальные опыты с цинком. Прежде всего, был определен рН испытываемых вытяжек, так как довольно часто большую подвижность элементов в водах, богатых органическим веществом, объясняют повышенной кислотностью этих вод. Оказалось, что рН «березовых» вытяжек равнялся 8, а «осиновых» и «черемуховых» – 4. Для определения десорбции цинка из почвы водой с различным рН был поставлен специальный опыт. Из результатов опыта видно, что десорбция цинка водой в интервале рН от 8 до 4 остается постоянной и не превышает 1%; небольшое увеличение десорбции происходит при рН = 3, и только при рН = 2 десорбируется значительное количество цинка:

рН раствора	8	6	4	3	2
Процент десорбции цинка	0,3	0,5	0,4	3,0	20

Следовательно, десорбирующее действие испытанных вытяжек не имеет прямой связи с их активной реакцией.

Полагая, что цинк, десорбированный из почвы вытяжками, находится в растворе не в ионной, а в комплексной форме, мы изучили сорбцию цинка и этих растворов катионитом – смолой «Эспатит-1». Около 50% цинка в этих условиях не поглощается смолой, а остается в растворе (табл. 1).

Таблица 1

Экстракты	«Березовый»	«Осиновый»	«Черемуховый»
Процент цинка оставшегося в растворе после сорбции	56	42	45

Следующий опыт показал, что из водных растворов с рН, равным 8, 6, 4 и 3 цинк сорбировался смолой на 99%. Результаты этих опытов свидетельствуют о различных формах существования цинка в испытываемых растворах. В водных растворах цинк находится в ионной форме и целиком поглощается катионитом. В вытяжках из листьев осины, черемухи и березы цинк находится в комплексной форме и поглощается смолой частично, в соответствии с тем равновесием, которое устанавливается между сорбированной формой и комплексной, остающейся в растворе. Это равновесие определяется, с одной стороны, прочностью связи цинка со смолой, а с другой – константами устойчивости его соединений с комплексоном, находящимися в экстрактах.

Результаты проделанных опытов позволяют сделать вывод о большом влиянии природных вытяжек (водных настоев листьев и трав) на процессы миграции исследованных элементов в водах и почвах. Эти вытяжки десорбируют металлы из почвы и удерживают их в растворе в широком интервале рН. По-видимому, во всех вытяжках присутствуют те или иные природные комплексоны, способные давать с металлами-комплексообразователями прочные растворимые, малодиссоциированные соединения.

Литература

1. Роде А.А. Подзолообразовательный процесс. – М., 1937.
2. Пономарева В.В. Почвоведение. 1947. №12.
3. Пономарева В.В. Почвоведение. 1949. №11.
4. Тюрин И.В. Тр. Почв. инст. им. В.В. Докучаева. 1940. Т. 23.
5. Тюрин И.В. Почвоведение, 1944. №10.
6. Atkinson H.J., Wright I.R. Soil Sci. 1957. V. 84. №1.
7. Bloomfield C. Sci J. Food and Agric., 1955. №6.
8. Schufle J.A. Soil Sci. 1957. V. 84. №4.
9. Miller M.H., Ohlrogge A.J. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 1958. V. 22. №3 (225).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТРОНЦИЯ-90 И ЦЕЗИЯ-137 ПО КОМПОНЕНТАМ БИОГЕОЦЕНОЗА¹

Целью настоящей работы является изучение миграции, концентрирования и перераспределения химических элементов в природных биогеоценозах. В сообщении [1] обсуждались результаты опытов с ^{56}Fe , ^{60}Co , ^{65}Zn и ^{144}Ce ; данное же сообщение посвящено ^{90}Sr и ^{137}Cs .

Опыты проводились в Ильменском заповеднике на Южном Урале на двух участках: около оз. Таткуль и у оз. Карасино, кордон Няшево. Участки дренированы озерами и расположены на высоте 3–4 м над уровнем воды в озере. Почвенный покров развился на элювио-делювии гранито-гнейсов. Мощность мелкоземной толщи колеблется от 25 до 50 см. В профиле почв встречаются щебень и крупные обломки гнейса. Почвы на обеих площадках бурые, лесные, супесчаные. Почва Таткульского участка отличается большим содержанием гранулометрической фракции < 0,001 мм. Содержание перегнойно значительное и составляет 4,6–4,8% в горизонте A_1 , но с глубиной резко падает. Величина рН колеблется около 5–6. Степень насыщенности основаниями около 73%. Содержание обменных Са и Mg составляет соответственно 9,8 и 4,4 мг-экв (Няшево) и 13,8 и 5,9 мг-экв на 100 г почвы (Таткуль). Таким образом, используемые почвы сходны по составу и основным свойствам.

Пробная площадь у оз. Таткуль заложена в березово-осиновом лесу. Исследования касались лишь подроста и травяного покрова. Остановимся кратко на их характеристике. Подрост – осина порослевого происхождения – обильный, высота 50–60 см, возраст 2–4 года, распределение равномерное. Травяной покров высотой 25–60 см, общее покрытие 60%. В составе травяного покрова встречаются сныть и злаки (обильно), подмаренник, мышиный горошек, вероника, коровяк, медуница, колокольчик, клевер и другие растения. Пробная площадь у кордона Няшево заложена на просеке в сосновом лесу. Подрост сосны обильный, возраст 4–10 лет, высота до 80 см, распределение равномерное. Береза и лиственница в подросте встречаются редко. Подлесок состоит из ракитника. Травяной покров высотой 20–50 см, общее покрытие 50–70%. В травяном покрове представлены злаки и брусника (обильно), купена, кровохлебка, земляной орешек, герань, кошачья лапка, подмаренник и другие растения. Моховой покров представлен зелеными мхами.

На охарактеризованных выше участках закладывались однометровые площадки с типичной для окружающей местности растительностью. На площадки вносились растворы радиоизотопов ^{90}Sr и ^{137}Cs внутривнутрипочвенным методом. Водные

¹ Работа опубликована в соавторстве с Г.И. Махониной, Н.В. Тимофеевым-Ресовским и А.А. Титляновой в «Докладах АН СССР. 1961. Т. 140. №5. – С. 1209–1212». Представлено академиком В.Н. Сукачевым.

растворы радиоизотопов вносились в почву через отверстия, равномерно расположенные на площадке. Всего на площадке в 1 м² было 81 отверстие с чередующейся глубиной 1, 5, 10, 15 см. Этим методом достигалось равномерное распределение активности в слое внесения (0–15 см). Активность стронция, внесенного на одну площадку, равнялась 10 мСi, активность цезия – 15 мСi. По истечении трех вегетационных периодов была проведена разборка опытных площадок и учет веса и активности надземной и корневой биомассы, лесной подстилки и почвы в слоях 0–15 см (слой внесения), 15–20 см, 20–25 см и 25–30 см.

В табл. 1 приведено распределение ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs по компонентам биогеоценозов. Как видно из таблицы, несмотря на разницу в видовом составе биоценозов, вынос активности из почвы надземной биомассой и ее корнями в процентах для исследованных биогеоценозов Таткуля и Няшево почти одинаков. Надземная биомасса выносит 0,13–0,19% общего количества стронция, корни надземной биомассы – 0,11 и 0,13% соответственно. Цезий выносится биомассой гораздо меньше, чем стронций надземной: биомассой – тысячные доли процента, а корнями надземной биомассы – в два-три раза больше – десятые доли процента. Хорошо накапливается цезий мхом. На площадке Няшево, где мха было много, в нем содержалось 0,017% всего количества цезия, что в три раза превышало вынос цезия всей остальной надземной биомассой этой площадки. Основное количество элементов, поглощенное биомассой, сосредоточено в корнях слоя внесения (0–15 см) – на площадках Няшево больше, чем на площадках Таткуля, из-за большего количества корней в их почве. В подстилке содержится от 0,5 до 3% всей активности, разницы между цезием и стронцием здесь не наблюдается.

Таблица 1

Распределение Sr⁹⁰ и Cs¹³⁷ по компонентам биогеоценозов при внутрпочвенном внесении (активность каждого компонента выражена в процентах от найденной активности во всем биогеоценозе)

Компоненты биогеоценоза	Стронций		Цезий	
	Таткуль	Няшево	Таткуль	Няшево
Мох				0,017
Надземная биомасса	0,13	0,19	0,008	0,006
Корни надземной биомассы	0,11	0,13	0,021	0,011
Подстилка	0,38	3,20	1,03	2,23
Корни:				
слой внесения 0–15 см	1,04	3,45	0,023	0,27
слой 15–20 см	0,04	0,02	0,001	0,005
слой 20–25 см	< 0,01	0,31	0,004	0,002
слой 25–30 см	< 0,01	0,01	< 0,001	< 0,001
Почва:				
слой внесения 0–15 см	96,2	7,3	92,2	64,6
слой 15–20 см	1,5	1,9	3,2	1,2
слой 20–25 см	0,3	3,1	3,0	1,1
слой 25–30 см	0,1	3,5	0,5	0,6

Основное количество активности сосредоточено, конечно, в почве, в слое внесения. На Таткуле в этом слое сохранилось 96% стронция и 92% цезия. Вертикальная миграция как стронция, так и цезия в почве Таткульских биогеоценозов незначительна: в слое 15–20 см содержится около 2%, а в слое 25–30 см – десятые доли процента общего количества активности. Такая малая миграция связана, по-

видимому, с механическим составом почвы. Как уже отмечалось, количество фракции < 0,001 мм в почве таткульских площадок гораздо больше, чем в почве Няшевских площадок. В почве Няшевских площадок в слое внесения содержится 75% стронция и 65% цезия, в слое 15–20 см – 11% стронция и 17% цезия, а в слое 25–30 см – 3,5% стронция и 0,6% цезия. В обоих случаях мы не наблюдаем разницы в вертикальной миграции в почве между цезием и стронцием. Это обстоятельство кажется удивительным, так как известно, что цезий в почве закрепляется гораздо прочнее стронция [2–8]. Случайна ли эта картина, покажут дальнейшие опыты с площадками с луночным внесением изотопа.

В табл. 2 приведены данные о накоплении стронция и цезия отдельными видами растений, отношение концентрации активности в надземной части растения к концентрации активности в корнях, а также отношение активности 1 г сухого веса надземной биомассы или корней к активности 1 г почвы слоя внесения. Следует отметить, что все виды растений приведены в одной таблице без деления на таткульские и няшевские биогеоценозы. В том случае, когда те или иные виды были представлены на обеих площадках, в таблице приведены средние величины накопления, лишь незначительно отличающиеся в обоих случаях. Как видно из табл. 2, между накоплением стронция и цезия растениями существует большая разница. В среднем накопление стронция на порядок величин больше, чем накопление цезия. Отношение активности 1 г сухого веса растения (листья или корни) к активности 1 г почвы слоя внесения для цезия колеблется от 0,001 до 0,5 (исключение составляет лишь коровяк), а для стронция – от 0,01 до 5, причем для 10 видов из 16 оно больше 1. Меньше всего цезий и стронций накапливаются в сосне и лиственнице: указанное выше отношение для цезия 0,01 и для стронция 0,1 относится именно к этим видам. Осина накапливает тоже очень мало цезия, но стронция значительно больше, чем лиственница и сосна. Береза накапливает стронций в такой же концентрации, как и травянистая растительность. Специфическими накопителями цезия оказались коровяк и мох, а специфическими накопителями стронция – лютик (корни), вероника лекарственная (надземная часть) и корни бобовых. Следует еще отметить, что цезий накапливается преимущественно в корнях, а стронций в надземной части растений (табл. 2). Только лиственница в хвое и коровяк в надземной части концентрируют цезия больше, чем в корнях. С другой стороны, половина изученных растений содержит в надземной части больше стронция, чем в корнях.

Таблица 2

Накопление ^{90}Sr и ^{137}Cs растительностью (средняя активность в слое внесения стронция – 3860, цезия – 5180 имп. на 1 г почвы)

Растительность	Стронций			Цезий		
	а	б	в	а	б	в
Сосна (<i>Pinus silvestris</i> L.)						
хвоя	40	0,05	0,011	24	0,29	0,005
ветви	242	0,31	0,062	30	0,36	0,006
ствол	21	0,28	0,056	17	0,21	0,003
корни	70		0,18	82		0,01
Лиственница (<i>Larix Sukaczewii</i> Djl.)						
хвоя	940	3,82	0,24	317	17	0,062
ветви	590	2,40	0,1	23	0,1	0,004
ствол	41	17	0,11	24	0,1	0,005
корни	245		0,06	12		0,035

Растительность	Стронций			Цезий		
	а	б	в	а	б	в
Осина (<i>Populus tremula</i> L.)						
листья	2300	1,06	0,60	7,6	0,83	0,015
ветви + ствол	800	0,37	0,21	30	0,27	0,006
корни	2150		0,55	86		0,017
Береза (<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.)						
листья	700	2,55	2,00			
ветви	4850	1,88	1,26			
ствол	3500	11	0,91			
корни	3050		0,7			
Ракитник (<i>Cytisus ruthenicus</i> Fisch.)						
надземная биомасса	750	1,50	0,1			
корни	500		0,1	1,8		0,033
Зеленые мхи (<i>Bryales</i>)						
				2650		0,51
Злаки (<i>Gramineae</i>)						
надземная биомасса	451	0,56	11	1,95	0,48	0,21
корни	8050		2,08	22,8		0,439
Бобовые (<i>Leguminosae</i>)						
надземная биомасса	4640	0,35	1,20	4,7	0,29	0,093
корни	1300		3,42	1,40		0,31
Сныть (<i>Aegopodium podagraria</i> L.)						
надземная масса	1100	1,8	2,90	640	0,32	0,14
корни	870		2,27	2000		0,387
Борщевик (<i>Heracleum sibiricum</i> L.)						
надземная биомасса				540	3,7	0,14
корни				15		0,028
Брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.)						
надземная биомасса	1,80	0,21	0,46	585	0,63	0,11
корни	870		2,26	930		0,11
Кощачья лапка (<i>Antennaria dioica</i> Gaertn.)						
надземная биомасса	700	1,40	1,93	325	0,7	0,063
корни	5400		1,40	445		0,086
Земляной орешек (<i>Filipendula hexapetala</i> Gilib.)						
надземная биомасса	4200	0,65	1,08	540	0,85	0,15
корни	6450		1,66	630		0,12
Золотая розга (<i>Solidago virga aurea</i> L.)						
надземная биомасса	110	0,24	0,29			
корни	467		11			
Бубенчик (<i>Adenophora liliifolia</i> Ldb.)						
надземная биомасса	2800		0,7			
Лютик (<i>Ranunculus</i> sp.)						
надземная биомасса	3050	0,1	0,82			
корни	2100		5,40			
Вероника лекарственная (<i>Veronica officinalis</i> L.)						
надземная биомасса	1,800	3,7	4,52			
корни	4650		1,20			
Коровяк (<i>Verbascum</i> sp.)						
надземная биомасса				32500	3,1	6,3
корни				1400		2,0

Растительность	Стронций			Цезий		
	а	б	в	а	б	в
Герань луговая (<i>Geranium pratense L.</i>)						
надземная биомасса				17		0,034
Кронохлебка лекарственная (<i>Sanguisorba officinalis L.</i>)						
надземная биомасса				450		0,087
прочая биомасса	1600	0,98	2,7	70	0,84	0,12
корни	1900		2,83	940		0,12

Таким образом, установлено, что надземная биомасса выносит десятые доли процента внесенного стронция и только тысячные доли процента цезия; корни концентрируют целые проценты стронция и десятые доли процента цезия. Основное количество внесенной в почву активности закрепляется в слое внесения, и вертикальная миграция обоих элементов незначительна. Полученные нами данные по накоплению растениями из почвы цезия и стронция хорошо согласуются с экспериментальными данными других авторов [4; 9–11] и еще раз указывают на большую опасность заражения биосферы стронцием-90.

Литература

1. Махонина И. и др. ДАН 1960. Т. 133. №2.
2. Гулякин И.В., Юдинцева Е.В. Изв. ТСХА. 1958. №1.
3. Клечковский В.И., Гулякин И.В. Почвоведение. 1958. №3.
4. Поляков Ю.А. Вопросы физико-химии почв и методы исследования. Изд. АН СССР, 1959.
5. Тимофеева Н.А., Титлянова А.А. Изв. АН СССР. Сер. биол. 1959. №1.
6. Титлянова А.А., Тимофеева Н.А. Почвоведение. 1959. №3.
7. Nishita H. et al. Soil. Sci. 1956. V. 81, 317.
8. Nishita H., Steen A.G., Larson K.H. Soil. Sci. 1958. V. 86, 195.
9. Гулякин И.В., Юдинцева Е.В. Изв. ТСХА. 1957. №3.
10. Romney E.M. et al. Soil. Sci. 1957. V. 83. №5.
11. Тимофеева Н.А., ДАН. 1960. Т. 133. №2.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТРОНЦИЯ-90 В ПОВЕРХНОСТНЫХ ГОРИЗОНТАХ ПОЧВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА И ЛАНДШАФТА¹

Поступление радиоактивных продуктов ядерных испытаний на земную поверхность создает необходимость изучения поведения их в биосфере, в частности в почвах и в наземной растительности. К настоящему времени опубликовано большое количество работ, в которых приведены сведения о величинах содержания радиоизотопов в различных природных объектах. Кроме того, выполнена серия работ по изучению миграции стронция-90 в почвах и растениях в экспериментальных условиях при внесении в почву больших (по активности) количеств радиоизотопов [1–3; 6]. В большинстве известных нам работ не проводилось изучение поведения выпавших из атмосферы радиоизотопов в зависимости от совокупности природных условий (климата, рельефа, почв, растительности и т.д.). Между тем взаимодействие экзогенных и биогенных факторов в пределах ландшафта приводит к сложным процессам превращений соединений радиоизотопов в почвах, определяя направление и скорость миграции их по сопряженным элементам рельефа и в системе «почва – растения» (биогеоценоз).

Для восполнения этого пробела нами при исследовании поведения радиоизотопов был применен сравнительно-географический метод исследования почв, заключающийся в изучении различных типов почв на сопряженно развивающихся участках земной поверхности (водоразделы, склоны, речные долины). Получение данных по содержанию стронция-90 в почвах и растительности на геохимически сопряженных участках земной поверхности необходимо для выяснения закономерностей распределения и миграции этого изотопа и обоснования прогнозов содержания и поведения его в разных районах в зависимости от конкретных природных условий. Кроме того, такое изучение представляет большой интерес для решения ряда биогеохимических задач в связи с выяснением закономерностей развития ландшафтов и почв. Целью настоящей работы было изучение закономерностей распределения радиостронция в элементарных геохимически сопряженных ландшафтах и по генетическому профилю почв.

Исследования проводились в подзоне южной тайги Европейской части СССР, в ландшафте зандрово-аллювиальной равнины, характеризующейся большой контрастностью аккумулятивных и элювиальных элементарных геохимических ландшафтов. Элювиальные геохимические ландшафты представляют собой песчаные и

¹ Статья опубликована в соавторстве с Э.Б. Тюрюкановой, Ф.И. Павлоцкой и В.И. Барановым в журнале «Почвоведение. 1964. №8. – С. 88–95». Проблема распространения «глобальных выпадений» радиостронция и радиоцезия рассматривается авторами также в статье «О миграции и распределении стронция-90 и цезия-144 в почвах Московской области» «Почвоведение. 1964. №10. – С. 66–73».

супесчаные валообразные гряды высотой от 2 до 6 м, аккумулятивные – вытянутые руслообразные понижения и поймы, в значительной степени заболоченные и заторфованные. Почвообразующими породами служат флювиогляциальные и древнеалювиальные пески, а в некоторых случаях – двучленные отложения. Грунтовые воды на водоразделах залегают на глубине 3 м, а в понижениях – на 0,5–2,0 м. Воды характеризуются слабой минерализацией. Климат территории умеренно-континентальный со среднегодовой температурой 3–4° и среднегодовым количеством осадков 480–500 мм. Естественная растительность представлена лесными и болотными формациями. Основным типом леса является сосновый. На вершинах песчаных гряд и дюн развиваются боры-беломошники, на склонах – боры-зеленомошники, в пониженных местах к сосне примешиваются ель и мелколиственные породы. В поймах рек и западинах развиваются ивовые, шучковые, тростниковые, осоковые, разнотравные, зеленомоховые, ольховые низинные болота, на водоразделах встречаются пушицевые, пушицево-сфагновые и сфагновые переходные и водораздельные болота. Почвенный покров представлен дерново-подзолистыми песчаными, болотными и пойменными почвами.

Исследования проводились на небольших по площади участках (расстояние между крайними разрезами 90–400 м, а разница в высотах 1,2–3 м). Плакорные зандровые пространства характеризуются небольшим содержанием стронция-90 (8–15 мКи/км²), но, учитывая ландшафтно-геохимические особенности исследуемой территории, предполагалось, в качестве рабочей гипотезы, обнаружить более высокое содержание этого изотопа на участках, являющихся контактной зоной между двумя элементарными геохимическими ландшафтами, т.е. в полосе ландшафтно-геохимического барьера.

Результаты исследования рассмотрены на примере трех профилей, пересекавших основные элементы ландшафта.

Первый профиль (рис. 1), заложенный в августе 1961 г., пересекает надпойменную террасу (разр. 13, 14, 15), притеррасье (разр. 16) и речную пойму (разр. 17). Общая протяженность профиля 400 м.

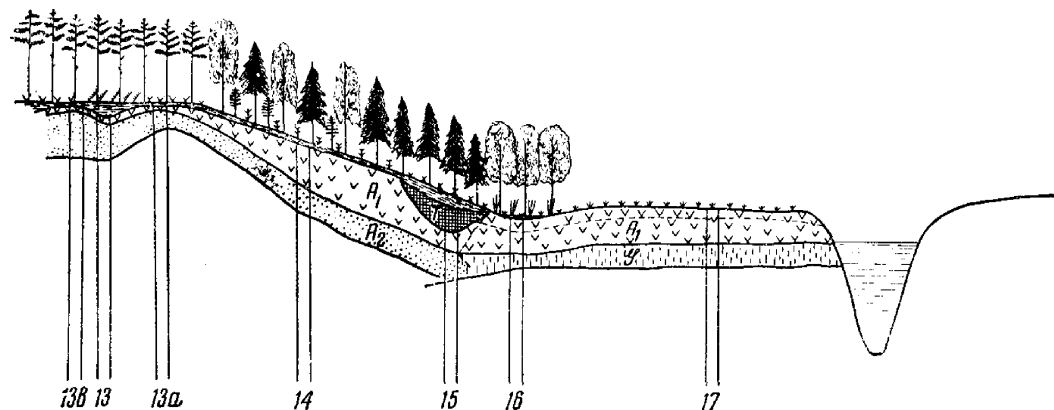


Рис. 1. Профиль 1.

Надпойменная терраса представляет собой дюнообразное песчаное повышение, полого спускающееся к пойме; верхняя часть дюны покрыта сосняком-беломошником с куртинками мха *Pineta cladinoso* (возраст деревьев около 50 лет) и подростом сосны (5–10 лет); травянистый покров не выражен. Грунтовые воды залегают на глубине свыше 2 м. Почвы дерново-подзолистые, песчаные, на флювиогляциальных песках. Описание разреза 13 приводим ниже.

A ₀	0-5 см	Сухая подстилка из хвои сосны и корней гипновых мхов.
A ₀ /A ₁	5-7 см	Рыхлый, сухой, бесструктурный, состоит из слаборазложившихся листьев, мхов, сосновых шишек с большой примесью белесого и темно-серого песка. Переход ясный по количеству растительных остатков.
A ₁ /A ₂	7-12,5 см	Рыхлый, свежий, бесструктурный, песчаный, неоднородно окрашен (белесовато-серый с черными пятнышками). Переход заметный по цвету.
A ₂	20-30 см	Рыхлый, свежий, белесый с охристо-желтоватыми пятнами, бесструктурный, встречаются черные марганцевые пятна, редкие корни, песок неоднородный – мелко- и крупнозернистый. Переход заметный по цвету и плотности.
B ₁	30-50 см	Слабоуплотненный, свежий, неоднородно окрашенный песок (на желтовато-буром фоне серовато-бурые и белесые потеки) встречаются мелкие угольки, железистые прослойки, линзы белого песка, много черных марганцевые точек, бесструктурный. Переход постепенный по цвету.
B ₁ /C	60-7 см	Плотнее предыдущего, свежий, бесструктурный, буроватый, в нижней части до желтовато-палевого, песчаный, однородно-мелкозернистый. Переход постепенный по цвету.
C	7-10 см	Однородно окрашенный, светло-желтый, слабоуплотненный песок с более уплотненными железистыми прослойками, мелкозернистый со значительным количеством крупных кварцевых зерен.

Ниже по склону сосновый лес сменяется ельником-черничником. Уровень грунтовых вод находится на глубине 60–120 см в зависимости от количества выпадающих дождей. Почвы дерново-подзолистые оглеенные, песчаные на песке-пльвуне (разр. 14).

У подножья дюны местность становится более сырой, ельник-черничник сменяется ельником-долгомошником. Уровень грунтовых вод повышается до 50 см, а в некоторые (наиболее влажные) годы почвенные воды выклиниваются на поверхность. Почвы торфянисто-перегнойно-глеевые, супесчаные на песке-пльвуне. Ниже приводим описание разр. 15, заложенного в 80 м ниже по склону от разр. 14 в полосе контакта пологого склона и поймы.

A ₀	0-7 см	Слабо разложившаяся моховая подстилка.
A _T	4-1 см	Сырой, хорошо разложившийся темно-бурый торф, сплошь пронизанный корнями растений.
A	1-20 см	Темно-серый, супесчаный, с большим количеством угля и мелких кварцевых зерен. Переход заметный по цвету (прослеживается не на всех стенках разреза).
B	20-33 см	Сырой, неоднородно окрашенный песок (на буром фоне заметны светло-серые песчаные линзы). Переход по цвету неровный.
B	33-7 см	Неоднородно окрашен (сизовато-серый с серовато-бурыми пятнами), суглинистый с большой примесью песка, бесструктурный, уплотненный, вязкий. Переход резкий по цвету и механическому составу.
C ₁	47-55 см	Сизо-серый, вязкий, оглеенный песок.
C ₂	55-7 см	Рыхлый, сизовато-серый песок-пльвун.

Пойма состоит из ясно выраженного притеррасья, занятого ольховым болотом, центральной части, представленной однородным осоковым кочкарником и заболоченными прирусловыми ивовыми зарослями. В 40 м от разр. 15 в полосе

притеррасной поймы под покровом болотной растительности (*Ainus glutinosa*, *Deschampsia caespitosa*) заложен разр. 16. Обводненные с поверхности участки чередуются с более сухими, на которых уровень почвенногрунтовых вод опущен до 40–50 см. Почва дерново-глеевая, песчаная, с поверхностным ожелезнением, подстилаемая древнеаллювиальным песком.

A ₁	0–1 см	Сырой, уплотненный, верхняя половина горизонта (0–6 см) густо переплетена корнями щучки, темно-серый, с большим количеством ржаво-охристых пятен, супесчаный, встречаются пятна светлого песка. Переход заметный по цвету и плотности.
B/G	1–2 см	Мокрый, слабоуплотненный, сизо-серый песок.
c	42–62 см	Сизо-серый песок-пльвун

Следует заметить, что в притеррасье, наряду с дерново-глеевыми, встречаются торфянисто-глеевые почвы с прослойками песка. Центральная часть поймы занята дерново-глеевыми супесчаными почвами (разр. 17) под покровом из осоки изящной (*Carex gracilis*).

Второй профиль, заложенный в августе 1961 г., пересекает водораздельное переходное болото (разр. 22), надпойменную террасу (разр. 23, 18, 19) и пойму реки (разр. 20, 21). Общая протяженность профиля 400 м (рис. 2).

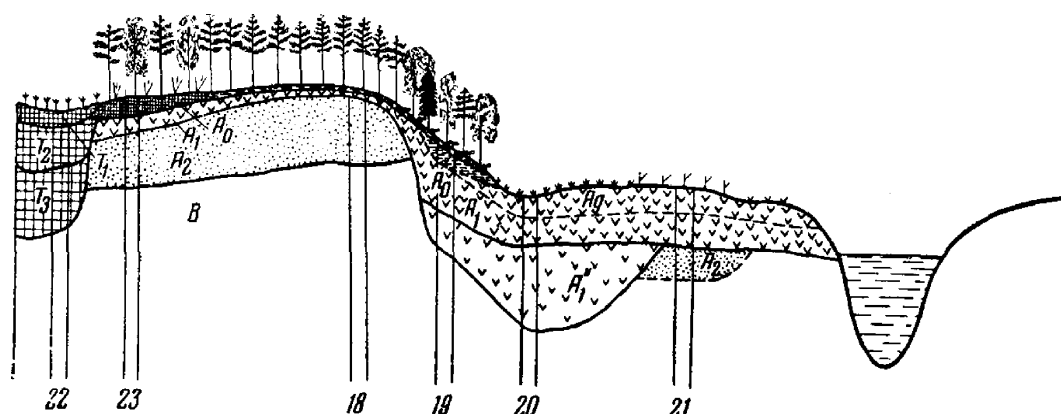


Рис. 2. Профиль №2.

Рельеф надпойменной террасы представляет собой чередование дюнообразных возвышений и междюнных западин. На песчаных дюнах, покрытых сосняком без мохового и травянистого покрова, развиваются дерново-подзолистые песчаные почвы на флювиогляциальных песках (разр. 18). Междюнные западины заняты переходными осоково- и пушицево-сфагновыми болотами с торфяными маломощными почвами, подстилаемыми флювиогляциальными песками. Почвенногрунтовые воды в отдельные, наиболее влажные годы стоят над поверхностью почвы (разр. 22). Надпойменная терраса резким уступом переходит в пойму реки. На контакте поймы и террасы произрастает смешанный сосново-елово-березовый лес с примесью дуба и хорошо развитым подлеском и дубравным травянистым покровом (*Carex pilosa*, *Melica nutans*, *Lathyrus vernus*, *Convallaria majalis*, *Poligonatum officinale*, *Majanthemum bifolium*, *Dryopteris spinulosa*). Грунтовые воды залегают на глубине 60–150 см в зависимости от влажности года. Почвы торфянисто-перегнойно-глеевые на флювиогляциальных песках (разр. 19).

В пойме реки вытянутые западины, занятые осоковым болотом с перегнойно-глеевыми суглинистыми почвами (разр. 20), чередуются с гривами, покрытыми злаково-щучковыми ассоциациями на дерново-глеевых суглинистых почвах, подстилаемых мелкозернистыми песками (разр. 21). Почвенногрунтовые воды в западинах находятся на глубине 50–70 см; на гривах они залегают на глубине 100–150 м.

Третий профиль протяженностью в 90 м заложен в июле 1960 г. Он пересекает гриву и межгрядное пространство. На гриве развита светло-бурая легкосуглинистая почва. Растительный покров состоит из злаков и редкого разнотравья, древесной растительности нет.

Для характеристики светло-бурой легкосуглинистой почвы приводим описание разреза 80.

A ₁	0–11 см	Буровато-серый, легкосуглинистый, плотноватый, в верхней части густо переплетен корнями, структура не выражена. Переход ясный, граница ровная.
A/B	11–7 см	Желто-бурый с белесой присыпкой, пористый, слоисто-мелкоореховатый, суглинистый, пылеватый, плотноватый, вяжущий, свежий, граница резкая.
Д	37–7 см	Коричнево-бурый, завалуненный – хрящеватый, валуны известковые и гранитные, моренный песок.

Ниже по очень пологому склону, в 60 м от разр. 80, на стыке супесчаной гривы с болотом распространены дерново-глеевые и перегнойно-глеевые почвы. Они развиваются под лугово-болотной растительностью в условиях гидрогенной аккумуляции ряда химических элементов, выносимых с расположенной выше гривы. Описание перегнойно-глеевой легкосуглинистой почвы приведено на примере разр. 82.

A _T	0–1 см	Влажный, серовато-черный с большим количеством ржавых и сизовато-белесых пятен, густо переплетен корнями растений, рыхлый, легкосуглинистый, мелкопористый. Переход резкий.
A	1–1 см	Белесовато-сизый, с охристыми ярко окрашенными пятнами, легкосуглинистый, хрящеватый, свежий, плотный с редкими корнями растений и орштейнами. Переход заметный.
B	31–52 см	Серовато-сизый с большим количеством ржавых пятен и охристых примазок по ходам корней и граням структурных отделностей, легкосуглинистый, плитчато-глыбистый, плотноватый, липкий, с отдельными корнями и белесыми пятнами. Переход постепенный по цвету.
B ₂	52–1 см	Сизый, с обилием охристых пятен, заметно выражена горизонтальная делимость, легкосуглинистый, плотноватый, крупноглыбистый. Переход резкий по механическому составу.
Д	81–117 см	Грязно-серый, плотный, оглеенный, сырой песок с большим количеством хряща и валунов.

На расстоянии 15 м от разр. 82 в болоте заложен описанный ниже разр. 83, характеризующий торфянисто-железисто-глеевую почву

Содержание стронция-90 в почвах определялось радиохимическим методом из солянокислой вытяжки по дочернему продукту иттрию [4]. В таблице приведены данные по содержанию стронция-90 в верхних 20 см почвы и распределение радиостронция по генетическим горизонтам до глубины 20–30 см, так как в более глубоких горизонтах содержание его, как правило, ниже чувствительности измеритель-

А _Т	0-7 см	Коричнево-черная, полуразложившаяся масса растительных остатков, рыхлый, свежий, непрочнокомковатый, однородный по цвету и сложению. Переход резкий.
А	3-7 см	Горизонт болотный туфовидной руды, очень плотный; окраска охристая.
В	5-19 см	Голубовато-сизый глеевый, очень плотный, липкий, мокрый, много древесных перегнивших остатков, глыбистый, однородный по цвету и сложению на всю глубину; почвенно-грунтовые воды на глубине 9-7 см.

ной аппаратуры (низкофоновый счетчик с эффективностью счета около 80%). Результаты анализов выражались в 10^{-13} Кц/см³ для характеристики содержания стронция-90 по генетическим горизонтам почвы и в 10^{-9} Кц/м² для характеристики запаса стронция в каждом генетическом горизонте почвы и для определения общего запаса стронция-90 в поверхностном слое почвы мощностью 20–30 см.

Как видно из таблицы, содержание стронция-90 в почвах сильно варьирует: в почвах профиля №1 от 8 до $94 \cdot 10^{-9}$ Кц/м²; в почвах профиля №2 – от 7 до $29 \cdot 10^{-9}$; в почвах профиля №3 – от 22 до $30 \cdot 10^{-9}$ Кц/м².

Наибольшее содержание стронция-90 отмечено в торфяных и дерново-глеевых почвах, приуроченных к поймам, заболоченным понижениям, водораздельным болотам (разр. 16, 17, 22, 83), наименьшее – в дерново-подзолистых почвах водоразделов.

Резкий контраст в содержании стронция-90 в почвах аккумулятивных и элювиальных элементарных геохимических ландшафтов проявляется на примере профиля №1. Здесь содержание радиостронция в почвах супераккумулятивных геохимических ландшафтов (разр. 16, 17) в 12 раз больше, чем в почвах элювиальных ландшафтов (разр. 13, 14, 15). Это свидетельствует о большой подвижности радиостронция в рассматриваемом ландшафте. Геохимический ландшафт профиля №1 характеризуется резкой контрастностью его элементарных составляющих структур. На водоразделе развиваются песчаные, хорошо дренируемые и аэрируемые дерново-подзолистые почвы, в течение почти всего вегетационного периода сохраняющие аэробные условия и повышенный окислительно-восстановительный потенциал; в пойме реки почвы в течение значительного периода характеризуются анаэробными условиями и пониженным окислительно-восстановительным потенциалом, сильно обводнены. Стронций-90, выносимый с водораздела с поверхностным и внутрипочвенным стоком, аккумулируется в дерновом горизонте пойменных почв, являющихся своеобразным геохимическим барьером, препятствующим выносу его из ландшафта.

По профилю №2 (табл. 1, рис. 2) контраст в содержании стронция-90 в почвах поймы и водораздела менее резкий. Это объясняется особенностями природной обстановки на водоразделе, лучшей дренированностью поймы, ежегодным выкашиванием трав. Пониженное содержание радиостронция в разр. 21 связано с тем, что разрез расположен на незаливаемом участке поймы, т.е. он не находится под влиянием ежегодного привноса радиостронция, сносимого с водораздела с наилками. Повышенное содержание радиостронция в разр. 22 свидетельствует о том, что водораздельное переходное болото с торфяными почвами также является местным геохимическим барьером на пути выноса радиостронция из ландшафта.

Результаты исследования на профиле №3 (таблица) характеризуют распределение радиостронция в зависимости от микрорельефа (расстояние между крайними разрезами 90 м, разница в высоте 1–1,2 м). На такой небольшой территории наблюдается различное содержание стронция-90. Больше всего его содержит торфяная почва западины (разр. 83). Это связано с напряженностью стока и способно-

Распределение стронция-90 в почвах

№ разреза, почва	Горизонт	Глубина, см	Содержание		
			в 10^{-13} Ки / см ²	в 10^{-9} Ки / см ²	в 10^{-9} Ки / см ² в слое 0–20 см
Профиль № 1					
1. Дерново-подзолистая песчаная на песке	A ₀	0–3	0,5	2,3	8,0
	A ₁	3–7	2,0	4,1	
	A ₂	7–11	0,4	1,2	
	A ₃	11–15	<0,1	0,4	
1. То же оглеенная на песке	A ₀	0–1	3,1	3,1	—
	A ₁	1–17	0,1	0,8	
	A ₂	17–21	0,3	1,2	
1. Торфянисто-перегнойно-глеевая супесчаная на песке	A ₀	0–3	1,2	4,7	7,6
	T	4–9	0,3	1,3	
	T	9–14	0,1	0,7	
	A	14–20	<0,1	0,5	
	B	20–25	<0,1	0,4	
1. Дерново-глеевая песчаная поверхность ожеженная на песке	A ₀	0–3	—	—	94,1
	A ₁	3–8	9,9	49,5	
	A ₂	8–11	8,9	44,2	
	G	11–15	<0,1	0,4	
	B	15–20	0	0	
17. Дерново-глеевая супесчаная на песке	A ₀	0–5	1,3	7,6	7,3
	A ₁	6–11	0,1	0,7	
	B/G	11–17	0,1	0,7	
	B/G	17–20	0,1	0,3	
Профиль № 2					
22. Торфяная маломощная на песке	T ₁	0–3	3,9	1,8	28,6
	T ₁	3–11	1,2	5,8	
	T ₂	11–15	0,5	2,6	
	T ₂	15–20	<0,1	0,4	
1. Дерново-подзолистая песчаная на песке	A ₀	0–1	2,0	2,0	1,9
	A ₁	1–2	5,8	5,8	
	A ₁	2–3	1,2	3,6	
	A ₁	3–11	0,1	0,6	
	A ₂	11–15	<0,1	0,2	
1. Торфянисто-перегнойно-глеевая супесчаная на песке	A ₀	0–1	2,5	2,5	23,6
	T	1–5	3,2	5,9	
	A ₁	6–11	0,2	1,2	
	A ₁	11–15	0,4	2,1	
	A ₁	15–21	0,4	1,9	
20. Перегнойно-глеевая суглинистая	T	0–8	1,4	11,5	23,9
	A ₁	8–11	11	1,4	
21. Дерново-глеевая суглинистая на песке	A ₀	0–3	0,9	2,8	7,0
	A ₁	3–8	0,4	2,1	
	A ₁	8–11	0,2	0,9	
	A ₁	11–20	0,1	0,6	
	B	20–30	<0,1	0,6	

№ разреза, почва	Горизонт	Глубина, см	Содержание		
			в 10^{-13} Ku / CM^3	в 10^{-9} Ku / CM^3	в 10^{-9} Ku / CM^3 в слое 0–20 см
Профиль № 3					
80. Светло-буряя, легкосуглинистая на песке	A ₁	0–5	3,9	1,4	23,0
	A ₁	5–11	0,2	0,8	
	A ₁ /B	11–15	0,2	0,9	
	A ₁ /B	15–20	<0,1	0,4	
	A ₁ /B	20–30	0,3	1,5	
81. Дерново-глеевая, суглинистая на песке	A ₁	0–5	3,4	1,8	22,0
	A ₁	5–11	0,5	2,4	
	A/B	11–15	0,4	1,9	
	A/B	15–20	0,1	0,6	
	A/B	20–30	<0,1	0,3	
82. Перегнойно-глеевая, легкосуглинистая на песке	A ₁	0–5	3,7	1,4	16
	A ₁	5–11	0,2	1,1	
	A ₁	11–15	0,2	1,1	
	A/B	15–20	0,1	0,7	
	A/B	20–30	<0,1	0,3	
83. Торфянисто-железисто-глеевая	A _T	0–5	2,9	1,5	29,8
	A _T	5–11	0,8	4,3	
	A _T	11–15	0,8	4,2	
	A _T	15–20	0,7	3,7	
	A _T	20–30	0,6	3,1	

стью торфяной почвы поглощать многие компоненты стоковых вод. Таким образом, стронций-90 распределяется на поверхности в соответствии с особенностями сопряженных элементарных геохимических ландшафтов.

Наряду с выяснением закономерностей распределения стронция-90 в элементарных сопряженных геохимических ландшафтах, было проведено исследование вертикального распределения стронция-90, обусловленного строением генетического профиля почв. При этом обнаружены значительные различия в содержании радиостронция между дерново-подзолистыми болотными и пойменными почвами. В дерново-подзолистых песчаных почвах максимальное содержание стронция-90 приходится на тонкий гумусовый горизонт, подстилающий рыхлую свежую подстилку (разр. 13, 18; таблица). Глубина проникновения радиостронция в дерново-подзолистых почвах в значительной степени обуславливается мощностью и характером перегнойного горизонта; в дерново-подзолистых почвах с более мощным перегнойным горизонтом радиостронций проникает глубже, чем в маломощных. В перегнойно-глеевых почвах радиостронций распределяется по всему перегнойному горизонту, но в глеевом горизонте он практически отсутствует (разр. 16, таблица). В рыхлых свежих, плохо разложившихся лесных подстилках содержание радиостронция невысокое (разр. 13). При наличии мохового покрова и большого количества хвои содержание радиостронция в лесной подстилке увеличивается.

В торфяных почвах, наряду с повышенным содержанием стронция-90, отмечено более глубокое его проникновение. Это связано как с особенностями расположения этих почв в низинах, куда направлен поверхностный и внутрпочвенный сток, так и с характером органического вещества, образующегося в анаэробных условиях (слабая степень разложения). Из таблицы видно, что в 1960–1961 гг.

наибольшая часть радиостронция задерживалась в верхнем 5-сантиметровом слое почвы. Аналогичная картина распределения радиостронция получена и другими исследователями [5; 7; 8]. Следует отметить, что со временем стронций-90 может мигрировать из верхних горизонтов в более глубокие [9–10].

Выводы

1. Зоны аккумуляции радиостронция в почвах приурочены к областям пойм и заболоченных понижений. Наименьшее содержание радиостронция приурочено к элювиальным (водораздельным) геохимическим ландшафтам.

2. Степень аккумуляции радиостронция в почвах пойм в значительной степени зависит от физико-географических особенностей пойм.

3. Распределение стронция-90 по вертикальному профилю почв зависит от генетического типа почвы, характера и мощности перегнойного горизонта, климатических и гидрологических особенностей конкретного геохимического ландшафта.

Литература

1. Гулякин И.В., Юдинцева Е.В. Радиоактивные продукты деления в почве и растениях. Атомиздат, 1962.

2. Кокотов Ю.А. Сорбция долгоживущих продуктов деления почвами и глинистыми минералами. Дисс. Фонды б-ки им. Ленина, 1962.

3. Махонина Г.И., Тимофеев-Ресовский Н.В., Титлянова А.А., Тюрюканов А.Н. Распределение стронция-90 и цезия-137 по компонентам биогеоценоза // Докл. АН СССР, 1961. Т. 140. №5.

4. Павлоцкая Ф.И., Федосеев Г.А., Бабичева Е.В., Зацепина Л.И., Родионова Л.М., Тюрюканова Э.Б. Радиохимические методы определения стронция-90 в природных объектах. Изд. ГЕОХИ АН СССР, 1962.

5. Поляков Ю.А., Леонтьев А.М., Мельников Л.К. К вопросу о выпадении стронция-90 в средних широтах СССР // Почвоведение. 1962. №11.

6. Титлянова А.А., Тимофеева Н.А. Сорбция радиоактивных изотопов почвой // Тр. Ин-та биол. УФ АН. 1962. Вып. 22.

7. Тюрюканова Э.Б., Павлоцкая Ф.И., Тюрюканов А.Н., Зацепина Л.Н., Бабичева Е.В., Родионова Л.М. О миграции и распределении стронция-90 и цезия-144 в почвах Московской области (в печати).

8. Чулков П.М. Содержание стронция-90 в почве и растительном покрове Московской обл. Изд. АН СССР, 1960.

9. Menzel R.G. Transport of Strontium-90 in Ruhoff. Science. 1960. V. 131. №3399.

10. Squire H.M. Changes With Time in the Availability of Strontium-90 in Soil. Nature. 1960. V. 188. №4749.

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ДОЛИНЫ р. МОСКВЫ¹

Строение долины р. Москвы представляет собой типичное явление для южнотаежных рек южнотаежной зоны центра Европейской части СССР и выражается в чередовании расширенных участков с резкими сужениями, иногда доходящими до полного исчезновения поймы.

Характерной особенностью поймы реки является ее лесостепной облик, хотя леса в настоящее время почти полностью сведены. Такой облик поймы, особенно в нижнем течении реки, в значительной степени обусловлен составом ее наносов и, в первую очередь, обогащенностью их кальцием, фосфором и другими элементами. Аллювии поймы формируются не только за счет эрозии четвертичных пород водосбора, но и за счет эрозии коренных пород каменноугольного, юрского и мелового возрастов. Коренные породы, вскрываемые в русле р. Москвы и ее притоков, представлены известняками, мергелями, доломитами, сульфидоносными темными юрскими глинами с конкрециями пирита и фосфорита.

Влияние пород водосбора на состав пойменных наносов и почв неодинаково на разных отрезках долины реки. В настоящей работе внимание акцентируется на изменении состава наносов и почв поймы по продольному профилю реки от верховья до устья.

Верховья р. Москвы расположены на восточной окраине Смоленско-Московской возвышенности, поверхность которой представляет собой мелкохолмистые участки, чередующиеся с широкими равнинными полями. На этом отрезке долина очень извилиста и четко выражена. Почти на всем протяжении в русле вскрываются известняки каменноугольного возраста. Поэтому пойменные наносы верховьев заметно богаче кальцием в сравнении с четвертичными почвообразующими породами и почвами.

В среднем течении (до Звенигорода) река по-прежнему дренирует и размывает моренные суглинки и известняки, а на отрезке от Звенигорода до Москвы — также пески.

Пойменные почвы долины в верхнем и среднем течении по химическому составу значительно отличаются от почв водосбора. Эти различия создаются в результате формирования пойменных наносов из продуктов эрозии не только четвертичных пород водосбора, но и коренных известковых пород, вскрываемых и размываемых рекой.

В нижнем течении пойма р. Москвы имеет озеровидные расширения 5 км в поперечнике, которые чередуются с участками, где пойма практически исчезает

¹ Статья опубликована в соавторстве с Г.И. Махониной в научном сборнике «Применение микроэлементов в с.-х. и медицине. — Рига, 1959».

и река размывает известняки и темные сульфидоносные юрские глины. Это находит отражение в нарастании различий в химическом составе наносов почв и поймы от пород и почв водосбора.

Суммируя разнообразный аналитически материал, мы попытались сопоставить изменение химического состава почв поймы р. Москвы по продольному профилю реки со средним составом почв и почвообразующих пород водосбора.

Как видно из табл. 1, по мере движения от верховья до устья состав основных доминирующих пойменных наносов и почв претерпевает сильные изменения, выражающиеся в постепенном, но значительном нарастании концентрации железа, кальция, фосфора, марганца, кобальта, никеля, ванадия и хрома. Наряду с этим, пойменные почвы и наносы богаче почти всеми исследованными элементами (кроме алюминия и меди) в сравнении с породами и почвами водосбора.

Таблица 1

Изменение химического состава пойменных почв по продольному профилю р. Москвы

	В процентах					В п. 10 ⁴ %						
	Fe	Al	Ca	Mg	P	Mn	Ti	Co	Ni	V	Cr	Cu
Водораздел	2,5	7,5	1,2	0,8	0,001	100	2000	1	25	35	30	90
Верховье	2,5	4,5	1,3	1,3	0,002	100	700	1	22	7	60	30
Среднее течение	2,8	4,0	1,8	1,6	0,002	100	5500	1	22	7	7	30
Нижнее течение	5,0	7,0	2,5	1,2	0,10	100	6000	22	90	10	400	7

Изменения концентрации многих элементов в доминирующих по площади пойменных почвах и наносах обусловлены тем, что от верховьев до устья река дренирует и размывает, помимо четвертичных моренных отложений, коренные породы (известняки) на всем протяжении, а юрские и меловые сульфидо- и фосфоритоносные породы – в среднем и нижнем течении. Большинство исследованных нами элементов в значительной степени ассоциируются с сульфидами и дают устойчивые сульфидные соединения и минералы. Содержание микроэлементов в юрских глинах следующее: ванадия – $324 \cdot 10^{-4} \%$, никеля – больше $200 \cdot 10^{-4} \%$, меди – $125 \cdot 10^{-4} \%$, стронция – $1000 \cdot 10^{-4} \%$ и молибдена – $30 \cdot 10^{-4} \%$.

Увеличение концентрации элементов в пойменных наносах и почвах вызывается тем, что по мере движения от верховьев до устья изменяются механический состав и мощность пойменных наносов: от легких супесчаных и легкосуглинистых почв в верховьях до суглинистых и тяжелых глинистых почв в низовьях; от мало-мощных толщ аллювия в верховьях до мощных толщ в низовьях. В связи с этим происходит и частичное обогащение их многими элементами.

На примере бассейна и поймы р. Москвы отчетливо видно влияние водосборной площади коренных пород на формирование почвенно-геохимического фона более высокого уровня, чем исходный фон на водосборе.

Таким образом, формирование и изменения в составе твердого стока реки являются основным фактором, контролирующим распределение химических элементов в почвах поймы по продольному профилю реки.

Проведенный анализ позволяет понять одну из основных причин высокого плодородия пойменных почв – обогащенность их основными элементами питания растений, включая жизненно важные микроэлементы.

КАРТОГРАММА СОДЕРЖАНИЯ ЙОДА В ПОЧВАХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ И МЕТОДИКА ЕЕ СОСТАВЛЕНИЯ¹

Среди работ, посвященных изучению геохимии ландшафтов и биогеохимическому районированию нашей страны, значительное место занимают почвенно-геохимические исследования. Цель этих исследований состоит в «геохимической инвентаризации» наших почв, выяснении закономерностей распределения и механизмов миграции химических элементов, в том числе микроэлементов и искусственных радиоизотопов. В последние годы усилия многих исследователей направлены на составление картограмм содержания микроэлементов в почвах. Такие картограммы позволят оценить диапазон колебаний количества химических элементов в почвах конкретных ландшафтов, а также будут способствовать рациональному планированию ряда сельскохозяйственных, санитарно-гигиенических, геолого-поисковых и других мероприятий.

В течение ряда лет мы работали над составлением картограммы содержания йода в почвах Калужской области². Это исследование было предпринято в связи с тем, что на территории области зарегистрированы случаи заболевания эндемическим зобом и возникла необходимость рационального проведения противозобных мероприятий. Кратко остановимся на методике исследования.

Объективность картограмм микроэлементов в почвах зависит от ряда обстоятельств, из которых важнейшим является квалифицированный отбор образцов почв в природе с учетом их типичности для конкретных физико-географических условий. Эта ответственная часть исследования выполняется при участии почвоведов, ориентирующегося в вопросах почвенной и ландшафтной съемки. Достоверность и величина ошибки исследования почв складывается из частных ошибок на каждом этапе работы — отбор образцов почвы, подготовка образцов к анализу (средняя проба), аналитическое определение микроэлементов и т.д. Обычно ошибки при лабораторных исследованиях почв устанавливаются путем расчета результатов определения параллельных образцов. Значительно труднее определить ошибку и достоверность исследования при отборе проб почв и особенно на последнем этапе работы — при экстраполяции результатов анализа образцов почв на всю исследуемую территорию. Ошибки первого и последнего этапов работы по величине значительно превосходят ошибки, возникающие при лабораторных исследованиях. Это

¹ Статья опубликована в соавторстве с Г.М. Шамаевой в журнале «Почвоведение. 1964. №2. — С. 196–198». По этой проблеме авторами также опубликована статья «Распределение йода в почвах в зависимости от их типа и микрорельефа// Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 1963. №2. — С. 171–174».

² В сборе полевого материала принимала участие В.Д. Васильевская, которой авторы приносят глубокую благодарность.

определяет важность разработки унифицированной методики сбора образцов почв для составления картограмм распределения микроэлементов в почвах.

При работе над составлением картограмм мы руководствовались почвенной картой, картой природных районов, картой почвообразующих пород и геоботанической картой области. Это дало возможность рационально организовать весь процесс полевого исследования. Трудоемкость аналитического определения содержания макроэлементов в почвах определила специфику методики отбора проб. Существо примененной нами методики заключается в сочетании почвенно-генетического и статистического методов отбора образцов почв. Пробы почв для анализов мы отбирали по профилям, пересекающим основные элементы ландшафтов. Для равнинных территорий наиболее удобно отбирать пробы по геоморфологическому профилю, охватывающему водораздел, его склоны, древние террасы и их склоны, а также пойму реки; при этом профиль пересекает сходные элементы ландшафта как на левобережье, так и на правобережье реки. Для характеристики каждого элемента ландшафта мы закладывали глубокие почвенные разрезы и отбирали пробы из генетических горизонтов почвы. Минимальное количество профилей соответствовало числу основных природных районов на территории области. Для полноты характеристики почв дополнительно было заложено несколько разрезов на доминирующем по площади типе почв. При этом мы стремились, чтобы большая часть разрезов была заложена под естественной растительностью. Это дало возможность в дальнейшем сравнить результаты для целинных и пахотных почв. Несколько глубоких разрезов было заложено на пашнях под основными сельскохозяйственными культурами. Наряду с глубокими (до 1,5–2 м) разрезами на территории области были отобраны образцы из верхнего, преимущественно пахотного горизонта почв. Такие одиночные образцы удобно отбирать вдоль основных трасс экспедиции через интервалы в 3 или 5 км. Эти образцы представляли собой среднюю пробу почвы из 3–5 точек. В итоге на сеть опорных разрезов почв, отобранных по генетическому принципу, накладывалась сетка образцов, отобранных на полях вдоль основных дорог области. Все собранные образцы почв при подготовке к анализу были тщательно перемешаны для получения более точных средних проб. Содержание йода в почвах определяли по методике М.А. Драгомировой с некоторыми изменениями. Ошибка аналитического определения йода составляла +8%. Всего было проделано около 200 определений йода, а также проведен ряд других почвенных анализов.

Калужская область характеризуется большим разнообразием ландшафтов, что обусловлено ее переходным положением как в зональном, так и в ландшафтном отношении. Площадь области около 30 тыс. км². На ее территории встречаются ландшафты ополжий, зандровых полесий, моренных возвышенностей и равнин, а также ландшафты речных долин. Почвенный покров области представлен в основном дерново-подзолистыми, бурыми лесными, светло-серыми и пойменными почвами. В полосе полесий и нижних надпойменных террас рек преобладают супесчаные и песчаные почвы, а в ландшафтах ополжий и моренных возвышенностей — пылеватые легко- и среднесуглинистые почвы. Первичная растительность представлена хвойными и смешанными лесами, а в ряде ландшафтов — широколиственными лесами. Широколиственные леса сейчас почти полностью сведены, так как земледельческое освоение территории началось свыше тысячи лет тому назад.

Составленная нами картограмма (рис. 1) позволяет заключить следующее: 1) содержание йода в почвах менее $4 \cdot 10^{-5}\%$ (менее 0,4 мг/кг) приурочено к ландшафтам зандровых пространств с дерново-подзолистыми и бурыми лесными супесчаными и песчаными почвами; 2) содержание йода от $4 \cdot 10^{-5}$ до $8 \cdot 10^{-5}\%$ (0,4–0,8 мг/кг) приурочено к водораздельным ландшафтам областей моренных отложений с дерново-подзолистыми суглинистыми почвами; 3) содержание йода

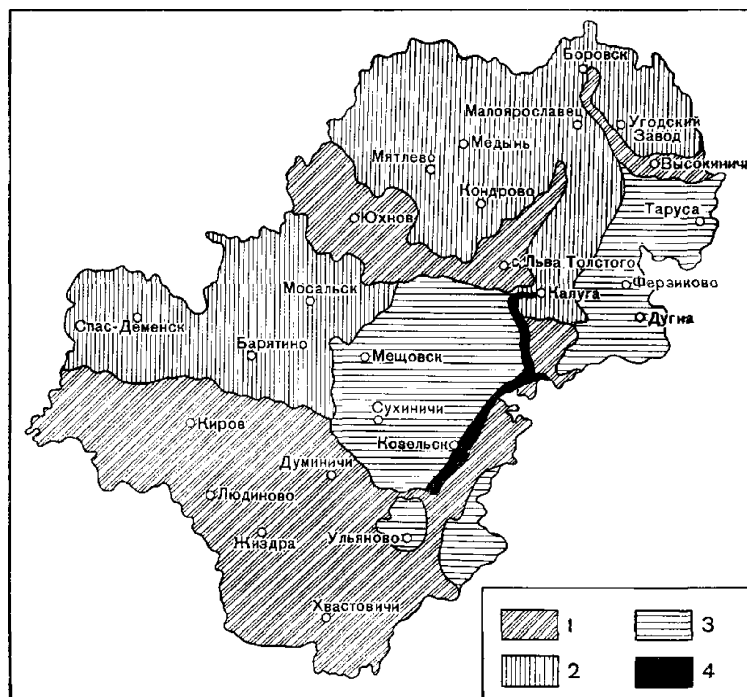


Рис. 1. Картограмма содержания йода в почвах Калужской области: 1 – меньше $4 \cdot 10^{-5}\%$, 2 – $4-8 \cdot 10^{-5}\%$, 3 – $8-10 \cdot 10^{-5}\%$, 4 – $4-10 \cdot 10^{-5}\%$.

от 8 до $10 \cdot 10^{-5}$ (0,8–1,0 мг/кг) приурочено к ландшафтам ополей (водораздельные ландшафты с почвами, переходными от дерново-подзолистых к светло-серым и серым лесным почвам на покровных суглинках); 4) содержание йода в почвах от $4 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ (0,4–1,0 мг/кг) приурочено к ландшафтам современных пойм рек с дерновыми, луговыми и болотными почвами разнообразного механического состава. Диапазон колебаний в содержания йода в пойменных почвах довольно значительный, что связано с большой комплексностью почвенного покрова пойм.

На основании нашего исследования можно сделать вывод о том, что вся территория Калужской области расположена в зоне йодной недостаточности и что заболевание зобом, вероятно, носит эндемический характер. Содержание йода в почвах области варьирует от «следов» до $1 \cdot 10^{-5}\%$, причем контуры с разным содержанием йода в почвах сравнительно хорошо совпадают с контурами основных природных районов области. Это свидетельствует о существовании тесной взаимосвязи между природными ландшафтными чертами территории и ее почвенно-геохимической обстановкой. Кроме того, это дает возможность составлять картограммы распределения микроэлементов в почвах на основе карты природных территориальных комплексов (ландшафтная карта) и почвенной карты.

Следует сказать, что районы Калужской области с низким содержанием йода в почвах в основном совпадают с районами, в которых отмечено наибольшее число заболеваний эндемическим зобом среди населения. Можно надеяться, что составленная картограмма йода в почвах Калужской области будет способствовать рациональному проведению противозобной профилактики.

К ИЗУЧЕНИЮ ПОГЛОЩЕНИЯ ЙОДА ПОЧВАМИ¹

Результаты многочисленных исследований содержания йода в почвах свидетельствуют о большой роли органического вещества и особенно почвенного гумуса в фиксации этого элемента. Применение метода меченых атомов позволяет значительно углубить и детализировать знания о факторах, влияющих на накопление и перераспределение йода в почвенном профиле.

В статье рассмотрена связь поглощения и выделения йода почвами и из почв с сорбционной способностью почв, содержанием гумуса в них и реакцией растворов.

Исследования проводили на почвах, краткая характеристика которых приведена в табл. 1.

Таблица 1

Содержание гумуса и реакция (рН) исследованных почв

Показатель		Низинный торф (0-20 см)	Чернозем (0-10 см)	Дерново-подзолистая, горизонты		
				A ₀ A ₁ (0-5 см)	A ¹ 1 ^A 2 (7-15 см)	A ₂ B (30-35 см)
рН	водный	7,5	6,8	5,8	5,8	6,0
	солевой	—	5,8	4,6	4,2	3,4
Содержание гумуса. %		—	1,5	5,7	2,8	1,0

Зольность низинного торфа составляла 18%.

В работе использовали растворы Na¹³¹I без носителя, поставляемые заводом «Медрадиопрепарат» и содержащие по паспортным данным 95% йодистого натрия. Навеску воздушно-сухой почвы (1 г) помещали в исследуемый раствор (около 28 мл) и перемешивали в плексигласовых пробирках в течение 2 час, затем добавляли индикаторные количества радиойода. В случае изменения рН раствора его величину доводили до нужного значения добавлением соответствующих количеств щелочи или соляной кислоты, приливали дистиллированную воду до объема 30 мл и снова перемешивали в течение 1 часа. После отделения осадка центрифугированием в растворе определяли оставшуюся радиоактивность. Осадок промывали дистиллированной водой, переносили на фильтр, высушивали при помощи вакуумного насоса и измеряли радиоактивность. Промывные воды соединяли (конечный объем 40 мл) и отбирали пробы на радиоактивность.

¹ Статья опубликована в соавторстве с Ю.М. Селезневым в журнале «Почвоведение. 1970. №10. — С. 26—31». Проблема геохимии йода рассмотрена этими же авторами в статье «О некоторых факторах изменения форм соединений йода в почвах // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 1971. №6. — С. 128—132».

При изучении десорбции йода из почв к образцу, содержащему известное количество радиойода, приливали 30 мл десорбирующего раствора и далее поступали так же, как в опытах по сорбции. Процент десорбции определяли по радиоактивности десорбирующего раствора и по разности величин радиоактивности осадков до и после взаимодействия.

Относительную радиоактивность в имп/мин. измеряли торцовым счетчиком. Ошибка при счете не превышала 5%. Все опыты проводили в 3-кратной повторности. В случае измерения образцов почв вводили поправки на самопоглощение. Поправки находили по графику, построенному на основании экспериментальных данных.

После десорбции 0,1 N раствором NaOH щелочные вытяжки помещали в целлофановые мешки, которые перед употреблением выдерживали в дистиллированной воде, и проводили диализ в сосудах емкостью около 6 л в течение трех суток. По разности величин радиоактивности до и после диализа вычисляли содержание низкомолекулярной формы йода, прошедшей через целлофан, и высокомолекулярной (йодно-гумусового образования), остающейся в целлофановом мешке.

Определение кислотонерастворимой части йодно-гумусового образования проводили следующим образом: величину pH раствора (высокомолекулярной фракции) доводили до 2 добавлением соляной кислоты. Через несколько часов отделяли выпавший осадок центрифугированием при 4 тыс. об/мин и растворяли в небольшом количестве 0,1 N NaOH. Из супернатанта и полученного щелочного раствора отбирали пробы на радиоактивность.

На рис. 1 видно, что для всех образцов почв сорбция йода возрастает с увеличением концентрации водородных ионов в растворах. При реакции среды, близкой к нейтральной, величины радиоактивности в растворах после взаимодействия с почвами изменяются незначительно, за исключением торфа, где 20–25% от общего количества радиойода переходит в твердую фазу. Полученные данные на первый взгляд противоречат представлению о том, что содержание йода в кислых почвах в большинстве случаев меньше, чем в щелочных и нейтральных. Однако вопрос о механизме регулирования содержания йода в почвах весьма сложен и не должен сводиться к влиянию лишь одного из факторов — концентрации водородных ионов. Как видно из рисунка, в области значений pH, соответствующих концентрации водородных ионов в почвенных растворах большинства типов почв (8,0–3,5), это влияние проявляется значительно слабее, чем при pH 1–3 (таких почвенных растворов практически не встречается) и может нивелироваться другими факторами.

При низких значениях pH образцы почв, содержащие большее количество органического вещества, поглощают, в общем, и большее количество йода. Так,

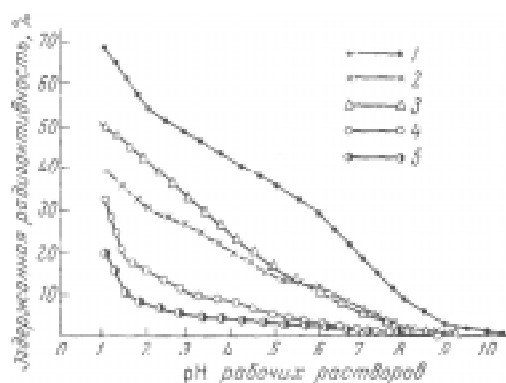


Рис. 1. Зависимость сорбции радиойода различными почвами от реакции среды рабочих растворов: 1 — торф; 2 — чернозем; 3 — дерново-подзолистая почва, гор. A₀A₁; 4 — то же, гор. A₁A₂; 5 — гор. A₂B.

кривая сорбционной способности для низинного торфа на рисунке находится значительно выше кривых для других почв. Эта зависимость подтверждается также расположением кривых для горизонтов дерново-подзолистой почвы, сильно отличающихся по содержанию гумуса. Однако кривая сорбционной способности чернозема расположена (в большей части) несколько ниже кривой для гор. A_0A_1 дерново-подзолистой почвы, хотя в черноземе содержание гумуса выше. Можно предположить, что в черноземе на процесс поглощения йода органическим веществом при подкислении оказывают тормозящее действие какие-то другие факторы.

При интерпретации полученных нами результатов следует иметь в виду, что воздействие сильноокислых растворов на почвенный поглощающий комплекс приводит к ряду изменений в его структуре – размыву связей гуминовых кислот с минеральной частью почвы, например, декальцированию [3], образованию лактонов [5], осаждению гуматов щелочных металлов и, наоборот, растворению труднорастворимых в нейтральной среде гидроокисей и т.д.

Явление увеличения количества задерживаемого почвами йода с повышением концентрации водородных ионов, а также зависимость этого процесса от содержания органического вещества представляются нам весьма интересными с точки зрения выяснения химизма взаимодействия йода с поглощающим комплексом почв. С одной стороны, поскольку в условиях сильноокислой среды затормаживается влияние важного биологического фактора – деятельности микрофлоры, такая зависимость косвенно подтверждает вывод Манзура, Рея и Бэбкока [Manzoog, Raja, Babcock, 6] о том, что ведущая роль в процессе фиксации йода почвами принадлежит не микрофлоре, а «мертвому» органическому веществу. С другой стороны, почвенные коллоиды представляют собой совокупность высокодисперсных или рыхло склеенных органических, минеральных и органо-минеральных частиц, способных к адсорбционному поглощению и ионному обмену. Коллоидные частицы в почвах несут отрицательный заряд или (в некоторых случаях) электронейтральны [2]. Поэтому в кислой среде положительно заряженные ионы водорода, сорбируясь на коллоидных частицах, могут притягивать отрицательно заряженные ионы йода.

Для того, чтобы выяснить, возможно ли в условиях кислой среды не только адсорбционное или обменное взаимодействие, но и более прочное связывание йода высокомолекулярными органическими соединениями, например, по внутрикомплексному или хелатному типу, нами была предпринята попытка выделить йодно-гумусовое образование из почв после их взаимодействия с подкисленными растворами.

По Орлову, Гришиной и Ерошичевой [4], большая часть исследователей, работающих в области биохимии гумуса, считает возможным использование щелочных растворов для извлечения гумусовых веществ, несмотря на возможную до некоторой степени денатурацию исходных соединений. Шнитцер и Скинер [Schnitzer, Skinner, 7] утверждают, что щелочная экстракция не вызывает совсем или вызывая очень слабые изменения в структуре органического вещества и, особенно, в гумусовых соединениях. Таким образом, применяя экстракцию 0,1 N раствором щелочи, правомочно ожидать, что при этом не произойдет отщепления йода, химически связанного или связанного в прочный комплекс с гумусовым веществом.

Выделение и фракционирование сорбированного в кислой среде радиойода мы проводим в такой последовательности: 1) удаление несорбированного радиойода дистиллированной водой, 2) воздействие 0,1 N раствора щелочи, 3) разделение щелочной вытяжки на низко- и высокомолекулярные фракции путем диализа, 4) кислотное осаждение гуминовых кислот и определение процента гуминовых и фульвокислот в высокомолекулярной фракции.

Данные, приведенные в табл. 2, свидетельствуют о том, что в низинном торфе и черноземе после однократного воздействия 0,1 N раствором NaOH остается значительно большая доля от сорбированного количества радиойода, чем в гор. A_0A_1 и A_2B дерново-подзолистой почвы. По-видимому это связано с большим содержанием в торфе и черноземе так называемой негидролизуемой фракции (гуминов).

Таблица 2

**Фракционирование десорбированных из почв соединений радиойода
(после сорбции его почвами в кислой среде)**

Почва	Радиоактивность, % сорбированной почвой				
	в почве после де- сорбции 0,1 N NaOH	в низкомолеку- лярной фрак- ции щелочной вытяжки	в высокомолекулярной фракции щелочной вытяжки		
			в осадке после подкисления до pH ₂	в растворе (фульвокислот)	сумма
Низинный торф	28	34	1	22	38
Курский чернозем	30	24	28	1	46
Дерново-подзолистая A_0A_1	8	31	27	34	61
A_2B	6	50	1	25	44

Анализ результатов фракционирования щелочных вытяжек приводит к заключению о том, что фиксация ионов йода почвами в кислой среде происходит как вследствие адсорбции или ионного обмена, так и путем образования прочного, не разрушаемого при действии щелочей, комплекса этого элемента с высокомолекулярными органическими соединениями. Обращает на себя внимание большее, чем для других почв, процентное содержание низкомолекулярной формы йода (по-видимому, ионной) в щелочных вытяжках из образцов гор. A_2B дерново-подзолистой почвы. В этом слабогумусированном горизонте более значительную роль, вероятно, играют процессы адсорбции или ионного обмена на неорганических коллоидных частицах. Процентное содержание кислоторастворимой фракции йода (фульвокислоты) в щелочных вытяжках торфа и гор. A_0A_1 и A_2B дерново-подзолистой почвы несколько выше, а чернозема ниже, чем кислотонерастворимой (гуминовые кислоты).

Необходимо подчеркнуть, что количественное соотношение различных фракций йода может значительно варьировать в зависимости от способа сорбции и методов выделения. Нами была применена кислотная сорбция, при которой происходит разрыв связей органических веществ с минеральной частью почвы, что облегчает выход гумуса при десорбции щелочью. При использовании жестких условий возможно расщепление органического вещества, деполимеризация и декомплексация, которые приведут к увеличению низкомолекулярной фракции.

Бовард, Груби и Сас [Bovard, Graubej, Saas, 5] для изучения комплексообразования между органическим веществом почв и радионуклидами использовали гумус, полученный экстракцией смесью 0,1 N пиродифосфата натрия и 5%-ного Na_2SO_4 и 0,1 N NaOH. Экстракт отдиализовывали и добавляли на сутки смесь радионуклидов в концентрациях, близких к встреченным в почвах. Исходя из полученных таким образом результатов, авторы делают вывод, что тип органических соединений и степень полимеризации влияют на комплексообразование. Около 85–95% использованного в опыте радиойода было представлено обменной фор-

мой, а 5–15% – необменной, но способной перейти в обменную при определенных условиях.

Буркат [1], используя в своих экспериментах стабильный йод, нашел, что выделенные им гуминовые кислоты очень быстро связывают молекулярный йод и совсем не реагируют с 0,1 N раствором йодистого калия. В настоящей статье не рассматривается вопрос о концентрациях йода, которые следует применять при изучении его взаимодействия с органическим веществом почв. Однако коротко заметим, что этот вопрос имеет большое значение, так как есть основания считать, что из растворов, содержащих большее, чем в почвах, количество йода, ионы йода сорбируются тем слабее, чем выше их концентрация в растворе. Поэтому в экспериментах по сорбции мы использовали количества радиойода в пределах «следов».

Выводы

1. Для всех образцов почв обнаружено увеличение сорбции йода с ростом концентрации водородных ионов в растворах.
2. При одинаковых значениях pH образцы почв, содержащие больше органического вещества, сорбируют, как правило, большую часть йода.
3. Щелочные растворы сильно десорбируют йод из всех образцов почв. Это действие может осуществляться как в результате физической десорбции или ионного обмена, так и путем экстракции йодно-гумусового образования из почв.
4. Йодно-гумусовое образование можно разделить на 2 фракции: кислоторастворимую и кислотонерастворимую, которые, по-видимому, представляют собой соответственно соединения гуминовых и фульвокислот с йодом.
5. В результате щелочной обработки не происходит полного удаления радиойода из почв. Остающийся в почвах йод, возможно, связан с гумином или частично входит в кристаллические решетки алюмосиликатов.
6. Процентное содержание каждой фракции йода представляет собой относительную величину и зависит как от типа почвы (гумуса и неорганических коллоидов), так и от условий сорбции и десорбции, поскольку фракции не состоят из однородных веществ, и при определенных условиях может осуществляться переход йода из одной формы в другую (например, в результате деполимеризации или декомплексации).

Литература

1. Буркат С.Е. Гигиеническое значение адсорбции йода гуминовыми кислотами // Гигиена и санитария. 1965. №1.
2. Ермоленко Н.Ф. Микроэлементы и коллоиды почв. – Минск: Изв. АН БССР, 1966.
3. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. Изд. АН СССР, 1963.
4. Орлов Д.С., Гришина Л.А., Ерошичева Н.Л. Практикум по биохимии гумуса. – М.: МГУ, 1969.
5. Bovard P., Graubej A., Saas A. Effect chelatang de la matiere organique et son influence dans la migration de produits de fission dans les sols // Isotopes and Radiation in Soil organic matter studies. Internal, atomic energy agency. Vienna, 1968.
6. Manzoor E., Raja N., Babcock K. L. On the soil chemistry of Radiolodine. Soil sci. 1961. V. 91. №1.
7. Schnitzer M., Skinner S. J. M. Alkali versus Acid Extraction of soil organic Matter. Soil sci. 1968. V. 105. №6.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ РАСТЕНИЙ В МИГРАЦИИ РАДИОИЗОТОПОВ¹

Одна из основных задач биогеоценологии состоит в изучении количественных закономерностей круговорота химических элементов в биогеоценозе в целом и в отдельных его звеньях. В плане экспериментальной биогеоценологии эта задача нами разрабатывалась на различных модельных системах: «почва – раствор», «почва – раствор – растение», «раствор – растение – раствор» и др. Суммарное количество того или иного химического элемента в растении или растворе является необходимым, но недостаточным показателем уровня возможной биогеохимической работы организмов. Это вызвано тем, что поступление элементов в растения представляет собой частично обратимый процесс, сопровождающийся не только накоплением их в растениях, но и выделением их через корневые системы обратно в почву, раствор или природные воды. Это приводит к многократному поступлению одних и тех же атомов в растение в течение одного вегетационного периода. Возникающий таким образом биогенный круговорот элементов характеризуется определенной интенсивностью, которая является достаточным показателем биогеохимической работы биогеоценоза и потому подлежит специальному изучению.

Ниже приведены результаты исследования поведения радиоизотопов в модельной системе «раствор – растение – раствор».

Методика исследования сводилась к следующему. В сосуды с тремя гидроизолированными отсеками емкостью 0,4 л каждый, заполненными 1,25% раствором Кнопа, высаживались растения пшеницы таким способом, что одна половина корней растений, посаженных на перегородку, размещалась в одном отсеке, а другая – в соседнем. Схематически опыт выглядел как последовательно собранная система: раствор А – растение, В – раствор, С – растение, D – раствор Е (ABCDE). В отсек А вводили следовое количество того или иного радиоизотопа, а затем наблюдали за его передвижением по всей системе ABCDE. Поскольку единственным путем поступления радиоизотопов из одного отсека в другой был путь через поглощение и выделение их корневыми системами, задача опыта состояла в оценке размеров биогенной миграции их в данной модельной системе. Опыты длились по 10 дней. Было изучено поведение 19 радиоизотопов. В конце опыта производили разборку системы с радиометрическим определением количества радиоизотопов в растворе каждого отсека, зеленой массе и в образцах корней, расположенных в соседних отсеках. Повторность опытов 8–12-кратная, результаты обработаны методом вариационной статистики.

¹ Статья опубликована в соавторстве с Ю.Д. Абатуровым и А.Н. Летовой в трудах Международного симпозиума «Методы изучения продуктивности корневых систем и организмов ризосферы (28 августа–12 сентября 1968 г.). – Л.: Наука, 1968. – С. 222–225».

Из приведенных в табл. 1 результатов исследования перераспределения радиоизотопов по компонентам модельной системы следует, что за 10 дней радиоизотопы из отсека А распространились по всем звеньям системы, при этом обнаружено неодинаковое распределение каждого из изученных радиоизотопов. Одни из них – биотропы (^{54}Mn , ^{86}Rb , ^{185}W) накопились преимущественно в растениях, другие – гидротропы (^{45}Ca , ^{51}Cr , ^{90}Sr , ^{91}Y , ^{95}Nb , ^{106}Ru , ^{111}Ag , ^{131}J , ^{137}Cs , ^{144}Ce , ^{198}Au , ^{203}Hg) находились преимущественно в растворе разных отсеков, и, наконец, третьи – эквитропы (^{32}P , ^{65}Zn , ^{115}Cd , ^{140}Ba) распределялись между биомассой и раствором примерно одинаково. Такая феноменологическая классификация радиоизотопов по их распределению в данной модельной системе является весьма полезной, но она не отражает до конца специфику биогеохимической работы пшеницы. Дело в том, что в начале опыта в отсеках С и Е не было радиоизотопов, они появились лишь в результате перекачки по корням из отсека А. Следовательно, группы радиоизотопов-гидротропов и эквитропов должны быть подразделены на собственно гидротропы и собственно эквитропы, т.е. изотопы, преимущественно оставшиеся в исходном растворе, и биогенные гидротропы и биогенные эквитропы, т.е. изотопы, у которых избыточность в растворе обусловлена не только остаточным, но и прошедшим по корням количеством радиоизотопа и вторично поступившим в раствор из корней в процессе жизнедеятельности растений. Общее количество радиоизотопа, выделенное корнями растений В в раствор, равно удвоенной сумме его содержания в отсеках С и Е и в растениях Д. Поскольку во всех отсеках исходная концентрация была одинаковой (радиоизотопы вносились в следовых количествах), т.е. вдоль системы отсутствовал концентрационный эффект, выделение изотопов шло не только в отсек С, но и назад, в отсек А. Это обуславливает удвоение суммы количества выделенного растениями В радиоизотопа в отсеки С и Е и в растение Д. Исходя из этого, радиоизотопы по типам распределения в модельной системе можно разбить на пять групп: собственно гидротропы, биогенные гидротропы, собственно эквитропы, биогенные эквитропы и биотропы.

Таблица 1

**Распределение радиоизотопов в модельной системе,
% от общей радиоактивности**

Радиоизотопы	Раствор			Растение		s_t (сутки)
	А	С	Е	В	Д	
^{32}P	37,5±6,8	4,6±0,3	3,8±0,6	46,3±5,5	7,7±2,1	15
^{45}Ca	65,7±1,3	18,2±2,1	5,3±0,8	6,9±1,22	2,9±0,66	1,2
^{51}Cr	74,8±3,6	10,6±2,2	2,0±0,8	11,9±2,4	1,6±0,33	4,8
^{54}Mn	21,3±5,8	3,0±0,12	1,1±0,27	74,8±22,8	9,4±1,5	28
^{65}Zn	44,2±1,6	3,7±0,55	4,8±1,6	47,6±7,9	3,3±1,8	20,0
^{86}Rb	11,2±0,9	0,6±0,08	0,1±0,05	81,5±9,6	18,7±4,3	22,0
^{90}Sr	78,7±0,9	10,6±2,97	0,7±0,19	9,3±1,36	0,5±0,24	4,0
^{91}Y	76,5±3,3	4,1±1,1	0,4±0,12	18,7±5,2	0,4±0,15	19,0
^{95}Nb	70,7±3,4	10,4±3,2	0,3±0,02	18,7±3,2	0,4±0,04	8,4
^{106}Ru	93,5±1,1	2,3±0,06	1,0±0,05	2,9±0,63	0,4±0,02	4,0
^{111}Ag	87,0±0,05	5,3±0,8	2,7±0,2	4,7±1,3	0,6±0,1	2,7
^{115}Cd	54,5±0,8	4,8±0,03	0,9±0,2	38,8±2,4	1,2±0,02	28
^{131}J	71,5±3,1	10,1±1,3	0,5±0,2	17,3±1,4	0,6±0,09	7,7
^{137}Cs	82,5±0,5	2,9±0,08	1,5±1,46	8,3±2,5	1,9±0,42	6,6
^{140}Ba	37,3±7,8	6,5±0,84	6,3±1,47	47,2±9,3	2,8±0,6	15
^{144}Ce	68,2±1,7	10,0±1,0	5,4±0,1	15,7±1,89	0,9±0,12	4,5

Радиоизотопы	Раствор			Растение		s (сутки)
	A	C	E	B	D	
¹⁸⁵ W	3,42±0,63	0,1±0,02	0,03±0,01	88,7±12,3	1,3±0,28	310
¹⁹⁸ Au	89,6±2,6	0,9±0,05	0,03±0,002	7,3±0,55	0,8±0,03	20
²⁰³ Hg	54,6±0,9	17,3±1,7	8,1±0,46	20,3±3,7	0,3v0,04	4

К группе собственно гидротропов относятся: ⁵¹Сг, ⁹⁰Sr, ⁹¹Y, ⁹⁵Nb, ¹⁰⁶Ru, ¹¹¹Ag, ¹³¹I, ¹³⁷Cs, ¹⁴⁴Ce, ¹⁹⁸Au; к группе биогенных гидротропов: ⁴⁵Ca, ²⁰³Hg; к группе собственно эквитропов: ⁶⁵Zn, ¹¹⁵Cd; к группе биогенных эквитропов: ³²P, ¹⁴⁰Ba; и, наконец, к биотропам относятся: ⁵⁴Mn, ⁸⁶Rb, ¹⁸⁵W.

Результаты опытов в системе «раствор – растение – раствор» позволяют не только составить феноменологическую классификацию радиоизотопов по типам их поведения, но и оценить скорость их круговорота в данной системе.

Этот круговорот складывается из поглощения и накопления элементов растениями с последующим выделением их корнями снова в раствор, что приводит к многократному поступлению радиоизотопов в растения и перемещению их по корневым системам в пространстве.

Скорость круговорота S определяется нами как число дней, необходимых для выделения радиоизотопа через корни в количестве, равном содержанию его в растении.

$$S = \frac{na}{b},$$

где n – продолжительность опыта, a – содержание радиоизотопа в растении; b – количество выделенного радиоизотопа.

Приведенные в табл. 1 результаты вычисления скорости круговорота радиоизотопов показывают, что различные радиоизотопы имеют полный оборот разной продолжительности: от 1,2 суток у кальция-45 до 9,2 суток у вольфрама-185.

На основании этих данных мы составили классификацию радиоизотопов по скорости их круговорота в данной системе (табл. 2).

Условия продолжительности опыта (10 дней) и конкретные особенности его проведения позволяют оценивать данную классификацию как первое приближение к установлению истинной скорости круговорота разных химических элементов в системе «раствор – растение – раствор» и обоснованию биогеохимических критериев миграции радиоизотопов в природных условиях.

Таблица 2

Радиоизотопы

Быстрые	Умеренные	Медленные
⁴⁵ Ca	¹⁴⁴ Ce	⁹¹ Y
¹³⁷ Cs	¹⁹⁸ Au	⁶⁵ Zn
¹¹¹ Ag	¹³¹ I	⁸⁶ Rb
¹⁰⁶ Ru	²⁰³ Hg	¹¹⁵ Cd
⁹⁰ Sr	⁹⁵ Nb	⁵⁴ Mn
	³² P	
⁵¹ Сг	¹⁴⁰ Ba	¹⁸⁵ W

ОБ ИЗУЧЕНИИ СКОРОСТИ БИОГЕННОГО КРУГОВОРОТА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В БИОГЕОЦЕНОЗАХ¹

Изучение закономерностей, определяющих круговорот химических элементов в биосфере, — одна из важнейших задач современного естествознания. В настоящее время имеется большое число публикаций как по частным, так и по общим вопросам круговорота. Мы вправе утверждать, что теоретической основой этих работ являются идеи классиков русского естествознания: В.В. Докучаева, В.И. Вернадского, Д.Н. Прянишникова, Б.Б. Польшова. Большой вклад в дело изучения проблем круговорота сделали советские ученые, в первую очередь почвоведы (Н.П. Ремезов с сотрудниками, В.А. Ковда, П.С. Погребняк, С.В. Зонн, А.Ф. Тюлин, В.Н. Мина, Т.И. Евдокимова, Л.Е. Родин, Н.И. Базилевич и др.).

О значении биологического круговорота веществ в природе наука «заговорила» после появления либиховского учения о минеральном питании растений. Послелибиховский период изучения круговорота является периодом интенсивного накопления данных по зольному составу растений в целях получения представления о балансе питательных веществ в земледелии. Накопление таких данных позволило глубже проникнуть во взаимоотношения растительности и почвы и соответственно поставить на научную основу применение удобрений в земледелии.

Разработка методических вопросов изучения круговорота сопряжена с большой трудностью, что обусловлено исключительной сложностью самого явления круговорота, его многокомпонентностью и многогранностью.

Наиболее простой путь изучения круговорота веществ в биогеоценозах — это изучение судьбы определенных химических элементов, их концентрирования или рассеивания в различных компонентах биогеоценозов (почвах, растениях, микрофлоре, газовой фазе биогеоценоза, животных организмах, водах и т.д.). Основным методом такого исследования состоит в зольном анализе компонентов биогеоценозов, по результатам которого сначала получают статическую картину распределения, а затем дедуктивным путем воссоздают картину круговорота веществ как динамического процесса. На этот путь исследования встали многие ученые, особенно в СССР. Наиболее крупные работы принадлежат Н.П. Ремезову и его сотрудникам, а также Л.Е. Родину и Н.И. Базилевич. Свой подход эти и другие авторы называют исследованием биологического круговорота веществ. Однако такую интерпретацию полученных данных нельзя признать корректной по ряду причин:

1) явление биологического круговорота включает в себя в первую очередь прижизненные процессы поглощения и выделения, причем суммарная масса веществ, вовлеченных в метаболизм, за все время жизни организма во много раз превышает биомассу данного организма;

¹ Статья опубликована в соавторстве с В.В. Снакиным в сборнике «Биосфера и почвы. — М.: Наука, 1976. — С. 5–20».

2) в перераспределении элементов по компонентам биогеоценоза (растения, опад, почва и т.д.) участвуют не только живые, но и косные факторы;

3) зольный анализ отражает биогенное и абиогенное распределение атомов элементов, а не веществ.

Первые существенные возражения методическим приемам изучения круговорота веществ с применением зольного анализа были сделаны А.Ф. Тюлиным (1954), а позже М.А. Винокуровым и А.П. Тюрменко (1958). По мнению А.Ф. Тюлина, нельзя правильно решить вопрос о количестве минеральных веществ, вовлекаемых в биологический круговорот, по одному анализу «трупов»; для разрешения проблемы необходимо изучение сезонных колебаний обмена веществ между живой вегетирующей растительностью и почвой. Иными словами, автор отмечает в качестве главного недостатка метода зольного анализа то, что он не учитывает огромного количества питательных веществ, ферментов и шлаков, перемещаемых растениями в ходе их жизнедеятельности.

Время показало, что замечания А.Ф. Тюлина, М.А. Винокурова и А.П. Тюрменко вполне обоснованы, но «ошибки» школы Н.П. Ремезова были вызваны не недосмотром каких-либо методических приемов, а неспособностью аналитических методов (зольный анализ) дать полноценную информацию о круговороте веществ как о динамическом процессе. Не умаляя заслуг большого числа исследователей, осуществивших первые подходы к сложной проблеме круговорота, учитывая недостаточную ясность существующих понятий в области изучения круговорота, авторы предлагают свой вариант основных формулировок рассмотренных представлений, хотя и отдают отчет о трудности поставленной задачи и возможном несовершенстве начальных попыток ее решения.

Мы считаем, что понятие *биологического* круговорота веществ и элементов строго применимо лишь для биологических процессов метаболизма, протекающих внутри того или иного живого организма (отток веществ из одних органов в другие и обратно, через биолиты и т.п.). Таким образом, биологический круговорот веществ протекает на организменном уровне, поэтому изучение его — это область биологии (физиология, биохимия и т.д.).

В процессе круговорота веществ в биогеоценозах не все этапы осуществляются при прямом участии живых организмов; некоторые стадии протекают под действием косных факторов (механическое, физическое и химическое воздействия). Поэтому, говоря о круговороте веществ и элементов в биогеоценозах, было бы более корректно называть его *биогенным*, ибо он складывается из совокупности биологических круговоротов и этапов, происходящих под действием косных факторов. Такое сочетание обеспечивает создание «вихрей атомов» [Вернадский, 1965], составляющих функционирование биосферы и ее структур. Рассмотрение биогенного круговорота веществ и элементов в динамическом аспекте, т.е. их потоков, выраженных в динамических (скоростных) единицах, — это область биогеоценологии, точнее, ее главная задача.

Кроме биологического и биогенного круговорота следует различать также *биогеохимический* круговорот (собственно биосферный), определяющий миграцию химических элементов в биосфере в целом. Здесь также определяющую роль в передвижении и перераспределении химических элементов играет живое вещество, но при этом происходит изъятие из круговорота и отложение огромного количества химических элементов, главным образом в зоне геохимических барьеров, на миллионы лет (залежи угля, нефти, бокситов, известняков, доломитов и т.п.). Исследование биогеохимического круговорота химических элементов в биосфере и их биогеохимических циклов — область биогеохимии.

С изложенных позиций, строгости ради, следует определить работы, проведенные с применением зольного анализа, как один из биогеохимических аспектов исследования биогеоценозов, принадлежащий по объекту изучения к биогеоцено-

логии, а по методике и результатам — к биогеохимии (в понимании В.И. Вернадского и А.П. Виноградова).

Итак, проблема изучения биогенного круговорота веществ «является одной из основных задач биогеоценологии» [Сукачев, 1948; 1964], и разрешение этой задачи, следовательно, возможно лишь с помощью биогеоценологического метода, в основе которого лежит «познание количественных закономерностей общего круговорота вещества и энергии в биогеоценозах, складывающегося из множества частных процессов поступления, превращения и выходов вещества и энергии в отдельных звеньях биогеоценозов» [Тимофеев-Ресовский, Трюканов, 1967].

С развитием экспериментальных разделов биогеоценологии связан другой путь изучения круговорота веществ. Особое место здесь занимает радиационная биогеоценология, которая дала возможность проследить за многими сторонами миграции атомов в биогеоценозах и позволила широко внедрить метод экспериментального моделирования частных механизмов биогенного круговорота веществ.

За последние годы выполнены многочисленные исследования по изучению поведения радиоизотопов в различных модельных системах: «почва — раствор», «раствор — растение», «почва — растение» и т.д. Результаты исследований судьбы радиоизотопов в тех или иных модельных и природных биогеоценозах подтвердили и еще раз проиллюстрировали идеи В.И. Вернадского и В.Н. Сукачева об огромной роли живых организмов как концентраторов химических элементов в биогеоценозах и как важного фактора миграции и перераспределения химических элементов в витасфере.

Было установлено существование определенных типов распределения различных радиоизотопов по основным компонентам биогеоценозов; типы распределения обуславливались, с одной стороны, химической природой элемента, его физико-химической формой (валентность, заряд, химическая структура соединения и т.д.), а с другой — составом и свойствами самих компонентов биогеоценоза (почв, подстилок, растений, вод и т.д.). Однако до настоящего времени экспериментальные методы, заметно повысив «информационный» актив биогеоценологии, в основном за счет разнообразия моделей, все же не обеспечили перевода проблемы круговорота веществ в биогеоценозах со статического на динамический уровень. В этом плане прежде необходимо установить понятие динамических (скоростных) единиц круговорота.

Ряд исследователей [Перельман, 1966; Родин, Базилевич, 1965, и др.] считает, что основным показателем, характеризующим круговорот наряду с емкостью круговорота, является его скорость. Однако авторы понимают под этой величиной количество живого вещества, образующегося за единицу времени, в то время как понятие скорости круговорота должно характеризовать живое вещество в динамике, отмечая тот факт, что жизнедеятельность проявляется в *самообновлении* вещества, обусловленном *поглощительной* и *выделительной* деятельностью растений. Именно это и составляет геохимическую работу живого вещества, которую оно выполняет не способом простого накопления, т.е. всасывания и депонирования, а способом кругового движения. Такой взгляд на это явление основан на учении В.И. Вернадского (1965, 1967), который утверждал, что основная функция живого вещества в биосфере — это миграция химических элементов, существенными моментами которой являются процессы поглощения и выделения элементов живыми организмами, т.е. круговорот.

В таком случае мерой биогеохимической активности организма можно считать массу химических элементов, перемещаемую им в ходе метаболизма за единицу времени. С учетом всего вышеизложенного, скорость круговорота элемента следует определять временем, затрачиваемым живыми организмами в биогеоценозе на биогенный перенос количества данного элемента, равного его содержанию в этих органах в данное время.

Для измерения скорости круговорота необходимо в первую очередь определить, какие слагаемые входят в эту величину. В данной работе рассмотрен биогенный круговорот элементов в системе «питательная среда – растение – питательная среда», где общий цикл можно расчленить на две группы процессов: 1) обмен веществ, протекающий при жизни растения и слагающийся из поглощения и выделения корнями и надземной частью растения; 2) процессы, связанные с отмиранием, механическим отторжением живого вещества (опад, посмертная деструкция).

Наиболее значителен, и это подтверждает ниже изложенное экспериментальное исследование, вклад в биогенную миграцию первой группы явлений, поскольку вторая группа складывается, образно говоря, лишь из процентов с оборота веществ, участвующих в метаболизме. На практике для характеристики скорости круговорота элементов целесообразно использовать понятие периода круговорота. Под *периодом круговорота* элемента (T_k) мы понимаем время, необходимое для выделения этого элемента растением в количестве, равном его содержанию в массе растения. Фактически это понятие характеризует величину, обратную скорости круговорота (V_k).

Во многих работах, посвященных рассматриваемой теме, исследователи прибегают к использованию *коэффициента накопления* (K_H) химического элемента растениями, понимая под ним отношение концентрации элемента в растении к его концентрации в косной среде. Коэффициент накопления позволяет судить о степени аккумуляции химического элемента растительностью в тех или иных условиях, о его распределении в различных органах растения. Это экстенсивная величина, в то время как скорость круговорота – интенсивная величина. Обе эти величины, как видим, являются различными характеристиками процесса круговорота, поэтому нам кажется целесообразным введение новой интегральной величины, характеризующей результирующее действие растения по круговороту химического элемента, – *показателя* круговорота (P_k), равного произведению экстенсивной величины – K_H на интенсивную – V_k :

$$P_k = K_H V_k = \frac{K_H}{T_k}.$$

Показатель круговорота, таким образом, более полно учитывает процесс круговорота элемента. Его преимущество перед коэффициентом накопления и периодом круговорота в том, что он позволяет сравнивать размер круговорота различных химических элементов различными растениями при различных K и T_k . Его полезность может быть пояснена также следующей формулой:

$$A = P_k m c \tau, \quad (1)$$

где A – количество химического элемента, прошедшее за время τ через растительное сообщество, обладающее биомассой m и показателем круговорота этого элемента P_k при концентрации его в косной среде, равной c .

Ниже представлены результаты исследования биогенного круговорота химических элементов в системе «питательная среда – растение», полученные нами при использовании метода меченых атомов. Основу использования этого метода составляют два принципа: 1) изотопы одного и того же элемента одинаково участвуют во всех процессах и превращениях, протекающих в природе; 2) радиоизотопы в индикаторных дозах не оказывают сколько-нибудь значительного воздействия на живой организм. Оба принципа неоднократно обсуждались, и было показано [Соколов, Сердобольский, 1954; Ойеджола, 1970, и др.], что в подобных

исследованиях они соблюдаются, точнее, изотопные эффекты и радиационное воздействие столь незначительны, что не превышают ошибок опытов.

Исследование биогенного круговорота с применением метода изолированного питания

Первоначально исследования по определению скорости круговорота проведены нами [Тюрюканов и др., 1968 ; Снакин, 1976] с использованием варианта довольно широко применяемого в биологических исследованиях метода, упоминаемого еще в XIX в. и названного Д.Н. Прянишниковым «методом изолированного питания» [Шулов, 1913]. Суть метода состоит в том, что растение с разделенными на две части корнями высаживается «верхом» на перегородку между двумя изолированными один от другого отсеками сосуда с питательной смесью, причем в одном из отсеков исследуемый элемент помечен радиоизотопом (рис. 1). Изотопная метка поглощается растением в одном отсеке, а выделяется им в оба отсека предположительно равномерно, если корни были разделены по отсекам поровну. По количеству перенесенной из одного отсека в другой активности, отнесенной к активности самого растения, и по времени опыта судили о периоде круговорота.

Однако данная методика, несмотря на свою простоту и наглядность, обладает существенным недостатком: она не учитывает собственного метаболизма корней, обладающих значительной автономностью [Обручева, 1973], т.е. ту часть обмена химическим элементом, когда последний выделяется в среду обитания, не побывав в надземной части растения. Следовательно, данные о круговороте, получаемые методом изолированного питания, не могут претендовать на полноту охвата процесса круговорота.

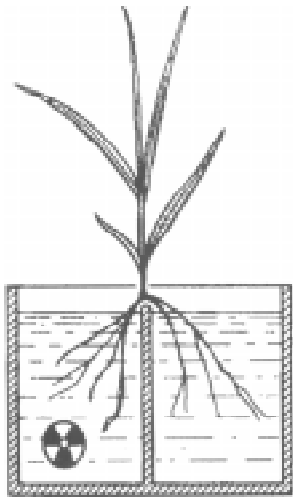


Рис. 1. Схема опытов с применением метода изолированного питания.

При более детальном рассмотрении этого метода было обнаружено интересное явление, которое может быть названо пленочным эффектом и заключается в миграции веществ по пленке раствора, имеющей на поверхности корней. Данные табл. 1, полученные в различных вариантах опытов, свидетельствуют о таком передвижении веществ по поверхности корней в области корневой шейки. Видно, что количество перенесенной активности практически не зависит от того, живо растение или погбло, и обусловлено в основном пленочным эффектом, наблюдаемым как у живых, так и у мертвых растений. Лишь в четвертом варианте опыта такой перенос радиоизотопа подавлен встречным движением неактивного раствора.

Исходя из размера перенесенной активности в случае опытов с почвой, есть все основания предполагать такой тип миграции веществ в природных системах. Движущей силой миграции веществ по пленке раствора являются, по всей вероятности, самые различные факторы, будь то разность концентрации веществ, различная влажность в различных участках корневой зоны или движение воздуха в прикорневом пространстве.

Иногда применяемая в методе изолированного питания промазка корневой шейки растений гидрофобным агентом — вазелином [Рахтеенко и др., 1971], вазелином с гипсом, касторовым маслом [Рачков, 1963], как свидетельствуют результаты наших опытов, не устраняет пленочного эффекта, поскольку именно гидрофобность служит причиной плохой их адгезии к поверхности корня. Пленка ра-

Данные о миграции радиоизотопа из одного отсека в другой при использовании метода изолированного питания

№ упп.	Вариант опыта	Активность, перешедшая за 6 дней в неактивный отсек, % от внесенной
1	Растения гороха в растворе Кнопа	2,1
2	Растения овса в растворе Кнопа	2,6
3	То же, но корневая шейка растений промазана	2,5
4	То же, но уровень раствора в неактивном отсеке явно поддерживался на 3–5 мм выше, чем в активном	2,5
5	Растения овса в растворе Кнопа, выдержан помещением в вегетационный сосуд в течение 50% в 50%-ном формалине	2,6
6	То же, но корневая шейка растений промазана	1,7
7	Растения овса в растворе Кнопа, высушены помещением в вегетационный сосуд	2,7
8	То же, но корневая шейка растений промазана	0,2
9	Вместо растений – капроновая нить	2,5
10	То же, промазанная вазелином не обн.	2,5
11	Растения овса в пойменном дерново-луговом пересчете на активность почвенного раствора с радиоизотопом	3,3

створа продолжает существовать и под слоем вазелина. С другой стороны, всякий агент, который смог бы уничтожить поверхностную пленку, во всяком случае нарушил бы нормальное функционирование растений. Здесь следует добавить, что растения с корневой шейкой, промазанной вазелином, росли гораздо хуже растений, над которыми эта операция не производилась.

Таким образом, полученные данные позволяют говорить об особой биогенной форме миграции веществ, происходящей в значительных масштабах; эта форма миграции, во-первых, заставляет по-иному интерпретировать результаты, полученные методом изолированного питания, и, во-вторых, позволяет несколько иначе взглянуть на некоторые уже известные факты. Например, именно этим явлением можно, по всей вероятности, объяснить результаты работ [Гегамян, 1974; Порядкова, Агафонова, 1965], в которых в присутствии растительного покрова миграция радиоизотопов в почве происходила гораздо быстрее, нежели в его отсутствие.

Это явление скорее всего может объяснить и опыты Е.И. Ратнера и И.И. Колосова (1954), использовавших метод изолированного питания. В опытах этих авторов две серии растений незначительно отличались по содержанию фосфора, несмотря на то, что объемы корней, участвующих в поглощении фосфора, различались между собой более чем в 30 раз. Дело здесь, по-видимому, не в увеличении поглотительной деятельности корней (в какой-то степени это может иметь место, но для корней, находящихся в более бедной питательной среде), а в наличии у растения некоторого приспособительного механизма – пленочного эффекта, в результате которого и влага и питательные элементы распределяются по корневой системе более равномерно, чем в среде обитания.

Оценка скоростей круговорота различных химических элементов

Отвергая метод изолированного питания как неприемлемый для исследования биогенного круговорота веществ, мы предлагаем иную методику. Суть ее сводится к тому, что растение, выращенное до определенного возраста (15–20 дней) в растворе Кнопа, меченом радиоизотопом, помещается в неактивную среду, после чего несколько раз в течение суток определяется активность раствора Кнопа, обусловленная корневыми выделениями. Затем рассчитывается скорость выделения (V_B) радиоизотопа (выделенная к этому времени активность за 1 час в процентах от активности растения), строится график: V_B – время от начала выделения, экстраполяцией на оси абсцисс определяется V_B химического элемента в момент помещения растения в неактивный раствор, когда изотопная метка практически не обменена немеченым элементом. Именно эта скорость является действительной скоростью круговорота (V_K), а обратная ей величина соответствует периоду круговорота, определение которого мы дали выше. Поскольку первое измерение активности может быть искаженным из-за попадания исходного активного раствора при перенесении растения в неактивную среду, для определения V_B рассматривалась разница удельной активности раствора между первым и последующим измерениями. Скорость выделения, определяемая делением этой разницы на активность растения и на промежуток времени, прошедший между данным измерением и первым, на графике соотносилась с серединой этого промежутка.

Изучение круговорота веществ в этой работе проводилось в основном на примере поведения йода. Уникальные свойства йода, главными из которых является рассеянное состояние его в природе в сочетании с биофильностью, интересные сами по себе, отнюдь не мешают изучению общих закономерностей круговорота и миграции химических элементов в различных системах, тем более что используемые в работе методы позволяли подключить в необходимый момент к исследованию для сравнения другие химические элементы, имеющие доступные радиоизотопы. Помимо этого, полезность изучения йода диктуется санитарно-гигиеническими аспектами (проблема йодной недостаточности в районах эндемического зоба и возможность загрязнения биосферы радиойодом отходами атомной промышленности).

В работе использовали 3–4-дневные проростки различных растений (в основном овса и гороха), проросших в смоченном дистиллированной водой кварцевом песке, которые затем помещали в питательную среду (раствор Кнопа, почва), меченую радиоизотопом исследуемого химического элемента (^{131}J , ^{125}J , ^{22}Na , ^{75}Se , ^{57}Co).

В опытах с водными культурами в качестве питательной среды использовали раствор Кнопа, приготовленный на дистиллированной воде, с добавкой микроэлементов по Хогленду, причем концентрация йодид-ионов (КJ) обычно поддерживалась равной 10^{-6} г-ион/л. По 3–5 растений выращивали в химических стаканах емкостью 250 мл, окрашенных черным лаком и накрытых сверху черной бумагой. Через 5–6 дней питательный раствор заменялся свежим. Опыты проводились в 3–4-кратной повторности. Коэффициент накопления рассчитывался как отношение удельных активностей растения (на 1 г сухого веса) и питательной среды. Для большей точности измерения определение удельной активности растений производилось отдельно для корней и надземной части, поэтому в ряде случаев в результатах представлены данные о коэффициентах накопления корней, надземной части и средневзвешенного для всего растения. Ошибка опытов составляла $\pm 7\%$, вариация получаемых величин – $\pm 15\%$.

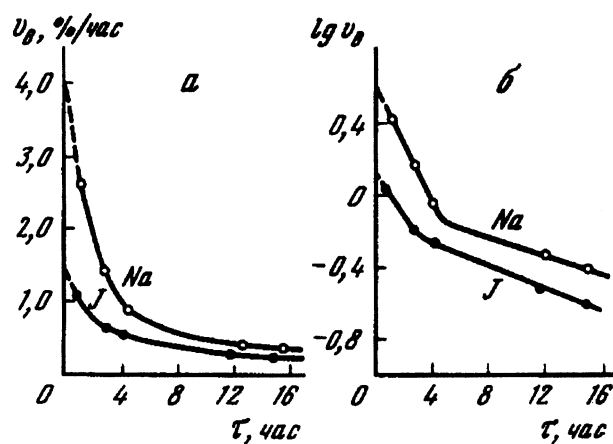


Рис. 2. Скорость выделения изотопов натрия и йода как функция времени, прошедшего с момента помещения растения, выросшего в меченом питательном растворе, в неактивный раствор Кнопа: а — в простых координатах, б — в полулогарифмических координатах.

Рис. 2 иллюстрирует графическое определение скорости круговорота натрия и йода в простых и полулогарифмических координатах. Как видно из графиков, ход кривой в полулогарифмических координатах позволяет применить линейную экстраполяцию для определения скорости круговорота.

В табл. 2 представлены данные о круговороте четырех химических элементов для овса сорта «Тигер» и гороха сорта «Немчиновский». Эти цифры, конечно, не абсолютны: они зависят от возраста растений, от условий произрастания; здесь мы отвлеклись от суточной периодичности поглочительно-выделительной деятельности корней. Тем не менее они показывают, что растение в процессе роста, образно выражаясь, «прокручивает» огромное количество веществ, превосходящее во много раз его вес.

Например, овес за период вегетации (примерно 90 дней) поглотит и выделит в 90 раз больше натрия и в 50 раз больше кобальта, чем содержит их в себе в какой-то данный период времени. Однако, и это уже отмечалось, коэффициент накопления и период круговорота элемента — величины, характеризующие относительное количество химического элемента в растении. Но в растении этого элемента может быть очень много или совсем мало. А круговоротная способность, если так можно выразиться, может быть большой и при малой скорости круговорота, если коэффициент накопления достаточно велик. Так, несмотря на сравнительно небольшую скорость круговорота йода и овсом, и горохом, т.е. большие периоды круговорота, среди указанных элементов йод выделяется самым большим показателем круговорота благодаря гораздо большему коэффициенту накопления.

Таблица 2

Характеристики круговорота нескольких химических элементов

Элемент	Овес «Тигер»					Горох «Немчиновский»				
	Период круговорота, T_K час	Коэффициент накопления (K_N)			Показатель круговорота, P_K , час ⁻¹	$T_{K,1}$ час	K_N			$P_{K,1}$ час ⁻¹
		надземная часть	корни	средн.			надземная часть	корни	средн.	
Натрий	25	56	39	52	2,1	100	30	45	24	0,24
Кобальт	40	58	215	86	2,2	47	22	258	67	1,4
Селен	22	35	216	82	3,7	—	—	—	—	—
Йод	77	300	760	400	5,2	125	150	1000	300	2,4

Изучение закономерностей круговорота химических элементов

Влияние разбавления питательной среды (концентрация йодид-ионов при этом поддерживалась постоянной) на характеристики круговорота йода овсом «Тигер» представлено в табл. 3, из которой следует, что, несмотря на некоторое увеличение периода круговорота и коэффициента накопления, достоверного изменения показателя круговорота не происходит.

Таблица 3

Изменение характеристик круговорота йода овсом «Тигер» с разбавлением раствора Кнопа

Концентрация раствора Кнопа, %	T_K , час	K_H			P_K , час ¹
		надземная часть	корни	средн.	
100	40	163	360	216	5,4
40	53	170	365	245	4,6
10	89	350	1000	515	5,8

В табл. 4 обобщены результаты опытов по исследованию зависимости характеристик круговорота от концентрации йодид-ионов в питательной среде при условии постоянства концентрации остальных компонентов раствора Кнопа. На рис. 3 эти же зависимости изображены графически. Нетрудно видеть, что в большом диапазоне концентраций йодид-ионов (10^{-7} – 10^{-5} г-ион/л) изменение коэффициента накопления невелико, но величина его резко снижается в интервале 10^{-5} – 10^{-4} г-ион/л. Следует при этом отметить, что при концентрации 10^{-4} г-ион/л наблюдается ингибирование роста растений, а при концентрации 10^{-3} и больше растения быстро погибают. Значения показателя круговорота закономерно понижаются с ростом концентрации, однако количество выделяемого йода при этом сильно возрастает, так как это понижение значительно отстает от роста концентрации элемента в питательной среде (формула (1)).

Таблица 4

Зависимость характеристик круговорота йода овсом «Тигер» от концентрации йодид-ионов в питательном растворе

Концентрация йодид-ионов, г-ион/л	T_K , час	K_H			P_K , час ¹
		надземная часть	корни	средн.	
Без добавления КJ	22	82	750	554	25
10^{-7}	–	300	700	431	–
10^{-6}	107	332	615	416	3,9
10^{-5}	151	305	520	373	2,5
10^{-4}	185	137	90	120	0,65
10^{-3}	–	150	8	100	–
10^{-2}	–	161	4	102	–

Примерно такая же концентрационная зависимость характеристик круговорота овсом «Тигер» наблюдается и для натрия в опыте, где одновременно с разбавлением питательного раствора происходило разбавление ионов натрия (табл. 5). Для исследования этой зависимости в 100%-ный раствор Кнопа было добавлено 0,2 г/л азотнокислого натрия.

Изменение характеристик круговорота натрия овсом «Тигер» с разбавлением раствора Кнопа

Концентрация раствора Кнопа, %	T_K , час	K_H			P_K , час ⁻¹
		надземная часть	корни	средн.	
100	42	60	142	83	2,0
40	58	105	200	156	2,7
10	61	300	1250	540	8,9

Рассматривая эти закономерности, следует подчеркнуть наличие у растения тенденции сохранить поток проходящих через него веществ постоянным при изменении внешних условий. Это сказывается и при разбавлении питательной среды: если концентрация исследуемого элемента при этом постоянна, показатель круговорота не изменяется; при изменении концентрации исследуемого элемента показатель круговорота уменьшается, чтобы компенсировать рост концентрации.

На рис. 4 изображена зависимость коэффициента накопления йода овсом и горохом от возраста растений. Прослеживается тенденция к уменьшению коэффициента накопления йода растениями с возрастом. Некоторый всплеск накопления у овса в 45 дней связан, по-видимому, с происходившим в это время колошением. Цветение у гороха наблюдалось все время, начиная с 20-дневного возраста. Изучалось также влияние некоторых микроэлементов на накопление йода (табл. 6). Исходя из данных этой таблицы, можно говорить о некотором влиянии бора, марганца, никеля, цинка (в сторону увеличения) и молибдена (в сторону уменьшения) на коэффициент накопления йода растениями.

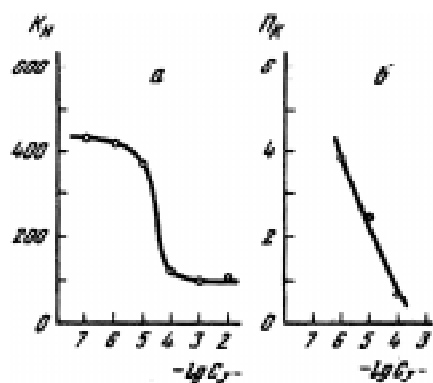


Рис. 3. Зависимость коэффициента накопления (а) и показателя круговорота (б) йода овсом «Тигер» от концентрации йодид-ионов в питательной среде.

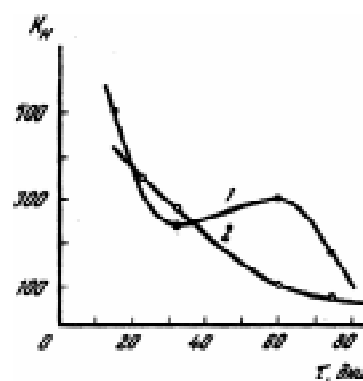


Рис. 4. Коэффициенты накопления йода овсом «Льговский» (1) и горохом «Немчиновский» (2) на различных стадиях онтогенеза.

Помимо указанных зависимостей исследовалось также влияние ряда других факторов на величину коэффициента накопления йода растениями. Увеличение общей концентрации микроэлементов в питательной среде влечет за собой некоторое увеличение накопления йода; в свежем растворе Кнопа коэффициент накопления примерно в 2 раза выше, чем в использовавшемся

**Зависимость накопления йода овсом «Тигер»
от наличия некоторых микроэлементов в растворе Кнопа**

Микро-элемент	<i>K_H йода</i>		
	<i>Микроэлементы отсутствуют</i>	<i>Микроэлемент в количестве, соответствующем смеси Хогленда</i>	<i>Микроэлемент в 10-кратном количестве по сравнению со смесью Хогленда</i>
Бор	171	214	231
Марганец	171	239	205
Медь	171	194	169
Кобальт	171	189	188
Никель	171	294	200
Цинк	171	134	299
Алюминий	171	162	184
Молибден	171	168	94

ранее для питания растений; в прозрачном вегетационном сосуде коэффициент накопления корнями почти в 3 раза меньше, чем в сосудах, покрытых черным лаком.

Исследование выделенной формы йода

Приведенные выше результаты свидетельствуют о большой скорости круговорота йода и других химических элементов растениями. Поток веществ в растения и обратно в среду обитания огромен. Но насколько при этом изменяется химическая форма элемента? Чтобы ответить на этот вопрос, было проведено изучение формы йода в корневых выделениях овса, выросшего в растворе Кнопа, меченом ¹³¹I.

Большая доля (10–11%) активности раствора, обусловленной корневыми выделениями, отделялась от раствора при центрифугировании (3000 об/мин, 10 мин). Далее в раствор добавлялись йодистый калий до концентрации 10⁻⁴ г-ион/л и избыток азотнокислого серебра. Оказалось, что азотнокислое серебро осаждает менее 94% радиойода корневых выделений (для сравнения: в исходном питательном растворе, меченом изотопом, осаждается более 99% активности). Таким образом, в выделениях корней значительная часть йода (5–6%) находится уже не в форме йодид-ионов. Эта величина, по всей видимости, занижена по двум причинам: во-первых, азотнокислое серебро может осаждать йодид-ионы и из непрочных органических соединений, если их константа нестойкости больше произведения растворимости йодистого серебра (например, из йодистого метила); во-вторых, опыты проводились в нестерильных условиях, а микроорганизмы, как свидетельствуют данные работы Ю.М. Селезнева и А.Н. Тюрюканова (1971), переводят йод из высокомолекулярной формы в низкомолекулярную. Относительно формы радиойода, отделившегося при центрифугировании раствора с корневыми выделениями, трудно сказать что-либо определенное: то ли это йод, находящийся в составе отмерших корневых волосков, то ли просто адсорбированный на их поверхности в форме йодид-ионов (для сравнения: несколько миллиграммов крахмала, добавленного к исходному раствору Кнопа, захватывают с собой при центрифугировании 9–13% активности).

Изучение летучести йода из системы «раствор – растение»

Известно, что большую роль в биогеохимическом круговороте йода играет воздушная миграция. В специальном опыте, схема которого изображена на рис. 5, мы попытались количественно оценить роль растений в воздушной миграции йода. В табл. 7 представлены результаты таких опытов и сравнение их с результатами контрольного опыта, в котором находилось такое же количество меченого раствора Кнопа, но растений не было. Определенная из сравнения с контрольным опытом скорость выделения йода овсом в атмосферу оказалась равной за сутки примерно $4 \cdot 10^{-4}\%$ от содержания йода в растении.

Таблица 7

Результаты опыта по изучению воздушной миграции йода (метка ^{125}J)

Вариант опыта	Скорость выделения радиойода в газовую фазу из системы, % от исходной активности в сутки	В том числе растениями	Скорость выделения радиойода растениями в газовую среду, % от их активности в сутки
Опыт с овсом «Тигер»	$5,2 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-2}$
Контроль	$1,6 \cdot 10^{-3}$	–	–

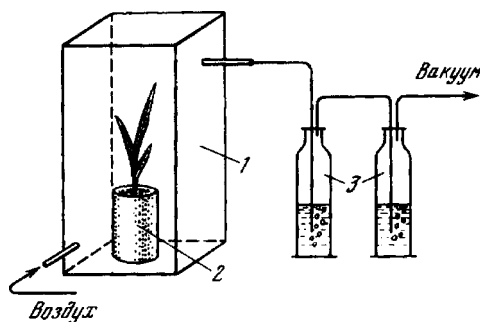


Рис. 5. Схема опыта по изучению летучести йода из системы «раствор–растение».

1 – колпак из оргстекла, герметизированный внизу парафином; 2 – вегетационный сосуд; 3 – склянка с поглотителем (0,05 М р-р K_2CO_3).

Таким образом, растение за период вегетации выделит в атмосферу более 3% содержащегося в нем йода. Хотя эта величина показывает, что воздушная миграция йода составляет незначительную часть (доли процента) от общего круговорота йода растениями, она, тем не менее, важна.

Исходя из факта поглощения йода растениями из атмосферы, известного в литературе [Ковальский, 1972; Петербургский, 1971, и др.], следует заметить здесь, что достаточно активный обмен химическим элементом происходит и на границе растение – воздушная среда.

Выводы

1. Даны определения и разграничения понятий биологического, биогенного и биогеохимического круговоротов веществ и химических элементов. Данные зольного анализа не могут характеризовать скорость круговорота веществ.
2. Экспериментально установлено наличие передвижения веществ по пленке раствора на поверхности корней (пленочный эффект). Это явление заставляет по-иному рассматривать все данные, полученные методом изолированного питания.
3. Предложена радиометрическая методика определения скорости круговорота химических элементов в системе «питательный раствор – растение», основанная на графическом экстраполировании.

4. Произведена оценка характеристик круговорота — периода круговорота, коэффициента накопления и показателя круговорота натрия, кобальта, селена и йода овсом и горохом. Скорость круговорота указанных элементов оказалась достаточно большой: в процессе жизнедеятельности растения поглощают и выделяют в десятки раз большие количества веществ, чем содержат в самих себе.

5. Исследована зависимость круговорота йода овсом и горохом от некоторых факторов: а) при разбавлении питательной среды с сохранением концентрации йодид-ионов постоянной достоверного изменения показателя круговорота не происходит, хотя коэффициент накопления несколько растет; б) увеличение концентрации йодид-ионов в питательной среде влечет за собой уменьшение показателя круговорота и коэффициента накопления йода, особенно при угнетающей растению концентрации; в) увеличение общей концентрации микроэлементов в питательной среде несколько увеличивает коэффициент накопления йода; при этом специальное исследование показало, что бор, марганец, никель и цинк увеличивают, а молибден уменьшает накопление йода.

6. Определены коэффициенты накопления йода овсом и горохом на различных стадиях онтогенеза. Установлено, что количество йода в растениях с возрастом имеет тенденцию к понижению.

7. Исследование корневых выделений показало, что йод в них находится в значительной части (больше 6%) в изменившейся форме по сравнению с поглощаемой.

8. Определена скорость выделения йода в атмосферу овсом, которая составляет за сутки примерно $4 \cdot 10^{-2}\%$ от содержания йода в растении.

9. Изложенные соображения, иллюстрированные данными экспериментов, позволяют сделать вывод о ценности и необходимости динамического подхода как при исследовании экспериментальных биогеоценозов, так и при исследовании более сложных природных объектов.

Литература

1. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы и ее окружения. — М.: Наука, 1965.
2. Вернадский В.И. Биосфера (избр. труды по биогеохимии). — М.: Мысль, 1967.
3. Винокуров М.А. Тюрменко А.М. Материалы по биологическому круговороту азота и фосфора в лесу // Почвоведение. 1958. №7.
4. Гегамян Г.В. О поведении радиоизотопов Sr и Cs в модельных биогеоценозах // Экология. 1974. №6.
5. Ковальский В.В. Биологическая роль йода // Биологическая роль йода. — М.: Колос, 1972.
6. Обручева Н.В. Особенности метаболизма зон корня // Тезисы докл. 5-го делегат. съезда Всесоюзн. бот. об-ва. — Киев, 1973.
7. Ойеджола Б. Исследование изотопных эффектов при ассимиляции меченого фосфора и меченой серы растениями. Изв. ТСХА, 1970. Вып. 3.
8. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. — М.: Мысль, 1966.
9. Петербургский А.В. Агрехимия и физиология питания растений. — М.: Россельхозиздат, 1971.
10. Порядкова Н.А., Агафонова С.В. О поглощении и выделении радиоизотопов P, Co, Sr, Ru, Cs, Se растениями гороха и пшеницы // Тр. Ин-та биологии УФ АН СССР. 1965. Вып. 45.
11. Ратнер Е.И., Колосов И.И. Корневое питание растений и новые методы его исследования // Природа. 1954. №10.

12. Рахтеенко ИМ., Мартынович Б.С., Майснер А.Д. Корневое питание растений в фитоценозах. — Минск, 1971.
13. Рачков Л.Д. Изучение роли растений в миграции радиоизотопов по компонентам биогеоценозов / Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. — Свердловск, 1963.
14. Родин Л.Е; Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. — М.—Л.: Наука, 1965.
15. Селезнев Ю.М., Тюрюканов А.Н. О некоторых факторах изменения форм соединений йода в почвах // Научн. докл. высш. школы. Биол. науки, 1971. №6.
16. Снакин В.В. Экспериментальное исследование круговорота йода в системе «раствор — растение» // Научные труды Обнинского отдела географ. об-ва СССР. — Обнинск, 1976.
17. Соколов А.В., Сердобольский И.П. Применение изотопа фосфора в агрохимических исследованиях. — М.: Изд-во АН СССР, 1954.
18. Сукачев В.Н. Фитоценология, биогеоценология и география // Тр. II Всес. геогр. съезда. — М.: Географгиз, 1948. Т. 1.
19. Сукачев В.Н. Основы лесной биогеоценологии. — М.: Наука, 1964.
20. Тимофеев-Ресовский Н.В., Тюрюканов А.Н. Биогеоценология и почвоведение // Бюлл. МОИП, биология. 1967. Т. 72. №2.
21. Тюлина А.Ф. Вопросы почвенной структуры в лесу // Почвоведение. 1954. №1.
22. Тюрюканов А.Н., Летова А.Н., Абатуров Ю.Д. Экспериментальное изучение роли корневых систем растений в миграции радиоизотопов // Методы изучения продуктивности корневых систем и организмов ризосферы. Междунар. симпозиум СССР. — Л.: Наука, 1968.
23. Шулов И.С. Исследования в области физиологии питания высших растений при помощи методов изолированного питания и стерильных культур. — М., 1913.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВЫДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ РАСТЕНИЯМИ В ПРОЦЕССЕ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ¹

Роль растительного покрова в процессах миграции химических элементов, трансформации и аккумуляции их соединений рассмотрена в многочисленных работах, посвященных изучению биологического круговорота элементов в биогеоценозах. Однако авторы таких исследований видят этапы круговорота лишь в выносе веществ из почвы в процессе роста растений и возврате составляющих биомассы только после отмирания растений, в процессе разложения. При этом не рассматривается неотъемлемый этап метаболизма растений — вывод продуктов жизнедеятельности в период роста, который, несомненно, тоже входит в общий биогенный круговорот элементов.

В литературе [4; 8; 9] мало сведений о величине прижизненных выделений растительными организмами. Это побудило нас разработать метод количественной оценки выделения элементов растениями в ходе вегетации с целью определения значимости данного явления как этапа круговорота элементов в биогеоценозе. Для решения такой многоплановой проблемы в первую очередь потребовалось исследовать более простые системы в качестве моделей сложных взаимоотношений естественных сообществ. В настоящей работе представлены данные о выделении растениями одного из биофильных элементов — серы — в модельной системе «питательная среда — растение».

В опытах использовали жидкую питательную среду — раствор Кнопа со смесью микроэлементов по Хогленду. Растения выращивали до нужного возраста (в наших опытах — 10 сут.) на питательном растворе, в котором исследуемый элемент был помечен радиоактивным изотопом — серой-35 в форме $\text{Na}_2^{35}\text{SO}_4$. Затем корни растений вынимали из меченого раствора, обмывали проточной водой в течение 30 сек и помещали в среду Кнопа, не содержащую метки. Количество выделяемой корнями радиосеры определяли при помощи радиометрии в отбираемых через определенные промежутки времени пробах раствора. После каждого отбора проб питательную среду заменяли свежей, нерадиоактивной. По разности между исходным содержанием изотопа в растении и выделенным его количеством рассчитывали, какая доля от первоначального запаса элементов осталась в организме. Продолжительность эксперимента составляла 5–8 сут.

Полученные данные о кинетике выделения серы овсом, ячменем и фасолью представлены на рис. 1.

Общий характер зависимостей сходен для всех трех видов и может быть описан математически следующим выражением:

$$Q = Q_1 \cdot e^{-\lambda_1 t} + Q_2 \cdot e^{-\lambda_2 t} + \dots,$$

¹ Статья опубликована в соавторстве с А.А. Познизовским в «Научных докладах высшей школы. Биологические науки. 1977. №9. — С. 126–130».

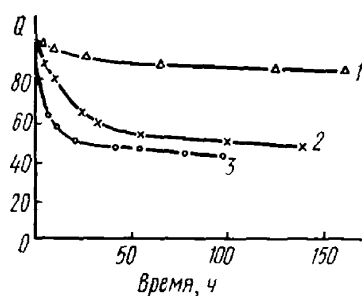


Рис. 1. Кинетика выведения серы корнями фасоли (1), ячменя (2) и овса (3).

где Q — содержание радиосеры в растении в момент времени t ; Q_1 — доля этого количества, которая обменивается с постоянной времени I_1 ; Q_2 — доля серы в растении, которая обменивается с постоянной времени I_2 , и т.д. Все входящие в уравнение параметры могут быть рассчитаны из экспериментальных данных. Полезным оказывается и определение периодов полуобмена количеств элемента растениями:

$$T_{1/2} = \frac{0,693}{\lambda}$$

Для овса указанная зависимость имеет вид:

$$Q = 0,493 \cdot e^{-0,458t} + 0,507 \cdot e^{-1,73 \cdot 10^{-3} \cdot t},$$

$$T'_{1/2} = \frac{0,693}{\lambda_1} = \frac{0,693}{0,458} = 1,57 \text{ ч}; \quad T''_{1/2} = 400 \text{ ч};$$

для ячменя:

$$Q = 0,422 \cdot e^{-0,0824t} + 0,578 \cdot e^{-1,66 \cdot 10^{-3} \cdot t},$$

$$T'_{1/2} = 8,41 \text{ ч}; \quad T''_{1/2} = 418 \text{ ч};$$

для фасоли:

$$Q = 0,165 \cdot e^{-0,039t} + 0,835 \cdot e^{-0,831 \cdot 10^{-3} \cdot t},$$

$$T'_{1/2} = 17,8 \text{ ч}; \quad T''_{1/2} = 833 \text{ ч};$$

Проанализируем полученные закономерности. Различие в периодах полуобмена количеств элемента $T'_{1/2}$ и $T''_{1/2}$, у рассмотренных видов растений, по-видимому, отвечает существованию целого ряда различных механизмов обмена. Один из них, действие которого является определяющим лишь в первые часы после начала опыта ($Q = Q_1 \cdot e^{-\lambda_1 t}$) очевидно представляет собой обмен сульфата, сорбированного на мембранах и в цитоплазме поверхностного слоя клеток корня [5–7; 10]. Периоды обмена адсорбированных количеств элемента невелики — относительно быстрая обменная десорбция слабосвязанных ионов (замена адсорбированного меченого сульфата немеченым) приводит к скорому удалению изотопа с поверхности корней. Проведенное перед перенесением корней в неактивный раствор Кнопа обмывание их проточной водой обеспечивает, очевидно, лишь смыв метки с мембран клеток поверхности корня (период полуобмена ее — от нескольких секунд до нескольких минут [6]).

Другой механизм обмена серы, характеризующийся значительно большими периодами полуобмена и описываемый выражением $Q'' = Q_2 \cdot e^{-\lambda_2 t}$, отвечает более глубоким физиологическим процессам. Он связан и с выделением сульфата вакуолями клеток [10], и с транспортом веществ между поверхностью корня и органами растения. Когда элемент, сорбированный на мембранах и в цитоплазме поверхностного слоя клеток корня, оказывается высвобожденным, можно проследить за процессом самого выделения серы растением, идущим по второму механизму.

Обращает на себя внимание тот факт, что у злаков — овса, ячменя — «метаболический» обмен протекает с близкими периодами полуобмена (400 и 418 ч соответственно), что отличает эти виды от бобового растения — фасоли ($T''_{1/2} = 833$ ч). Сорбционный процесс у всех трех видов идет с различными скоростями (периоды полуобмена 1,57, 8,41 и 17,8 ч соответственно). При оценке количества выделенного организмом элемента, очевидно, не следует учитывать ту его часть, которая была лишь сорбирована на поверхности корня и находилась в равновесии с сульфат-ионами питательного раствора, не попав в органы растения. Иначе говоря, необходимо принимать во внимание только второе слагаемое в уравнении обмена серы: $Q'' = Q_2 \cdot e^{-\lambda_2 t}$, отвечающее кинетике метаболического вывода метки. Количество радиосеры, выводимое из организма за единицу времени, может быть найдено как первая производная от этого выражения, взятая со знаком минус и отнесенная к начальному моменту опыта, когда часть серной метки в растении еще не была заменена немеченым элементом и, следовательно, все количество выделяемой растением серы могло быть определено радиометрически:

$$\left(-\frac{dQ''}{dt} \right)_{t \rightarrow 0} \cdot (Q_2 \cdot \lambda_2 \cdot e^{-\lambda_2 t})_{t \rightarrow 0} = Q_2 \cdot \lambda_2.$$

С помощью полученного выражения можно оценить долю серосодержащих соединений, выводимых из организма за единицу времени (1 ч). Для овса она составит $0,507 \cdot 1,73 \cdot 10^{-3} = 0,878 \cdot 10^{-3}$, или $0,0878\% \approx 0,09\%$, для ячменя — $0,1\%$, для фасоли — $0,07\%$. При таких величинах параметров выделения растения обменивают количество серы, равное содержанию ее в организме, за следующие периоды времени: овес — за $T = 100\% / 0,09\% = 1100$ ч, ячмень — за 1000 ч, фасоль — за 1430 ч. Приведенный расчет носит, несомненно, лишь оценочный характер, поскольку в ходе выкладок зависимость Q от t , полученная для сравнительно небольшого интервала времени, рассмотрена безотносительно к узости этого интервала. Реальная средняя величина скорости выделения, очевидно, не выше, а ниже полученного нами значения. Кроме того, не учтены суточная ритмика процесса выделения серы через листья. Однако количество элемента, выводимое в формах H_2S и сульфата через листья, много меньше выделяющегося через корни [4].

Несмотря на указанные ограничения, приведенный метод расчета, по-видимому, окажется полезным и для количественного рассмотрения выведения других химических элементов из растений — и как этапа биогенного круговорота, и как возможного почвообразующего фактора. В связи с этим следует добавить, что проведенные нами анализы свидетельствуют о наличии в корневых выделениях овса $1,3\%$ серы в виде органических соединений и $98,7\%$ серы сульфатной. Для выделений фасоли это соотношение органических и неорганических серосодержащих веществ составляет соответственно 7 и 93% . Трансформацию соединений серы растениями следует учитывать при решении вопроса о роли прижизненных выделений в почвообразовании и миграции элементов по профилю.

В ряде работ [1–3], посвященных исследованию «круговорота» элементов в системе «питательная среда – растение» с помощью метода изолированного питания, были сделаны выводы, нуждающиеся в серьезной коррекции. Авторы выращивали растения на питательном растворе Кнопа в вегетационных сосудах, разделенных водонепроницаемой перегородкой пополам на два отсека; корни каждого растения разделяли на две приблизительно равные пряди, каждую из которых помещали в свой отсек. В один из отсеков (донорный) вводили радиоизотопную метку и наблюдали за переносом ее в другой отсек (акцепторный). Авторы полагали, что переход изотопа обусловлен поглощением его растением через прядь корней из донорного раствора и последующим выделением его по обеим прядям в виде продуктов метаболизма как в исходный, так и в акцепторный отсеки.

Проверка показала, что в действительности при такой постановке опыта перенос метки происходит в основном лишь по своеобразной водяной пленке, имеющейся на поверхности корней. Появление такой пленки связано, во-первых, со значительной смачиваемостью этой поверхности, во-вторых – с выделением влаги через нее в процессе жизнедеятельности растения. По пленке раствор перетекает из одного отсека в другой, минуя само растение («пленочный» эффект).

Такая точка зрения подтверждена проведенными экспериментами. Был поставлен опыт по следующей схеме: корни фасоли, отсеченные от надземной части так, чтобы линия среза была выше корневой шейки, высаживали на перегородку сосуда по методу изолированного питания. Следили за переходом метки из донорного отсека в акцепторный. Оказалось, что на протяжении всего времени с момента начала опыта изотоп непрерывно переходит в первоначально неактивный раствор (даже через месяц этот процесс не прекращался).

Чтобы устранить «пленочный» перенос, перед помещением отсеченных от надземной части корней в растворы корневую шейку промазали вазелином. После такой обработки метка поступала в акцепторный отсек только первые 5 сут. эксперимента, причем интенсивность поступления была много меньше, чем в опыте без вазелина. В дальнейшем концентрация радиосеры в отсеке уже не возрастала.

Очевидно, что смазывание вазелином затрудняет образование водяной пленки на поверхности корня и, следовательно, «пленочный» перенос метки. Однако такая обработка, по-видимому, полностью пленку не устраняет. В начале опыта, когда жизнедеятельность отрезанных корней еще продолжается, через их поверхность выделяется влага и пленка продолжает образовываться. Следует отметить, что вазелин токсичен для организма и смазывание им корневой шейки растения нарушает его нормальную жизнедеятельность: листья живых растений после такой обработки начинают желтеть. Поэтому промазывание вазелином едва ли применимо в длительных экспериментах.

Для корректной постановки опыта по методу изолированного питания мы использовали следующий прием. В серии экспериментов уровень жидкости в акцепторном отсеке поддерживали на 0,5 см выше, чем в донорном. При этом «пленочный» эффект создавал поток раствора из неактивного отсека в активный, который не давал возможности метке двигаться по пленке в противоположном направлении. При такой противоточной схеме опыта, продолжавшегося 10 дней, радиоизотоп в акцепторном отсеке был обнаружен в количествах, сравнимых с возможной погрешностью эксперимента. Ошибка, получаемая в опытах по методу изолированного питания за счет «пленочного» переноса метки, превышает количество изотопа, действительно выделенное растением. Таким образом, этот метод дает возможность оценить перенос элементов по поверхности корня, а не обмен между организмом и питательной средой.

Литература

1. Абатуров Ю.Д., Летова А.Н., Тюрюканов А.Н. Исследование поведения радиоизотопов в модельной системе «раствор – растение – раствор» // Материалы Первого межвузовского научного совещания по вопросам агрофитоценологии. – Казань, 1969.
2. Летова А.И., Тюрюканов А.Н. Растение как фактор миграции радиоизотопов // Доклады комиссий географического общества СССР (Обнинский отдел). – Обнинск, 1970. Вып. 2.
3. Тюрюканов А.Н., Абатуров Ю.Д., Летова А.Н. Экспериментальное изучение круговорота радиоактивных изотопов в системе «раствор – растение – раствор» // Методы радиоэкологических исследований. – М., Атомиздат, 1971.
4. Шевякова Н.И. Об интенсивности образования H_2S у растений в условиях засоления // Физиология растений. 1968. Т. 15. Вып. 6.
5. Etherton B. Steady state sodium and rubidium effluxes in *Pisum sativum* roots. *Plant Physiol.* 1967. Vol. 42. – P. 685–690.
6. Macklon A.E.S., Higinbotham N. Active and passive transport of potassium in cells of excised *Pea* epicotyls. *Plant Physiol.* 1970. V. 45. P. 133–138.
7. MacRobbie E.A. C. Fluxes and compartmentation in plant cells. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 1971. V. 22. P. 75–96.
8. Oyejola B.O. Isotopic exchange of phosphorus-32 and sulphur-35 between plants and nutrient medium. *West Afr. Journ. Biol. Appl. Chem.* 1973. V. 16. P. 34–41.
9. Panak H., Szafranek R.Cz. Przemieszczanie siarki znaczonej izotopem S-35 przy dolistnym i dokorzeniowym jej zastosowaniu. *Acta agrobot.* 1967. V. 20. P. 144–152.
10. Pierce W.S., Higinbotham N. Compartments and fluxes of K^+ , Na^+ and Cl^- in *Avena coleoptile* cells. *Plant Physiol.* 1970. V. 46. P. 666–673.

О ГЕОГРАФИИ ДЕЙСТВИЯ ДОЗ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В ЗЕРНЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ¹

Влияние природных особенностей местности на содержание белковых веществ в зерне злаковых культур замечено давно. Основными наиболее сильно действующими факторами большинство исследователей считало условия увлажнения и азотного питания растений.

Важнейшим этапом в развитии этого направления агрономической науки было проведение в 1926–1929 гг. серии «географических посевов» пшениц в 110 пунктах, причем в каждом из них высевали, придерживаясь единой методики, чистотинейный материал ряда сортов. Эксперимент охватывал все зоны возделывания пшеницы в пределах страны. Инициатором и организатором географических посевов был Н.И. Вавилов. Полученный материал лег в основу ряда обобщений, в том числе – работ картографического характера. Стал вполне очевидным факт повышения содержания белковых веществ в зерне пшеницы при передвижении от южнотаежно-лесной зоны к лесостепной, степной и сухостепной.

Эта тема получила дальнейшее развитие в исследованиях Географической сети опытов с удобрениями, организованной в 50-х годах П.Г. Найдиным. В результате появился ряд работ обобщающего характера, в которых рассматривалось влияние удобрений на качество пшеницы в различных природных условиях и было установлено, что практически во всех зонах возделывания этой культуры наблюдается повышение белковости зерна при внесении азотсодержащих туков [1–5].

Накопившийся к настоящему моменту экспериментальный материал позволяет перейти к следующему этапу обобщения, который касается зональных особенностей влияния доз азотного удобрения на содержание белка в зерне пшеницы. Такие сведения весьма полезны не только с точки зрения хозяйственных и экономических проблем, но и при разработке агроэкологического нормирования азотных нагрузок на пашне разных природных зон, поскольку они могут послужить для разумного ограничения верхнего предела доз удобрений. Последнее весьма существенно, так как отсутствие обоснования такого предела стало одной из причин экологического неблагополучия агроландшафтов.

В наше обобщение включены статистически достоверные² результаты полевых экспериментов с сортами мягкой яровой пшеницы (*Triticum vulgare*). Использование данных одного ботанического вида продиктовано стремлением к возмож-

¹ Статья опубликована в соавторстве с Д.А. Аникст в журнале «Агрохимия. 1994. №6. – С. 44–49». Результаты эколого-геохимического анализа поведения азота, фосфора и калия, проведенного на основе анализа экспериментов Географической сети опытов с удобрениями, опубликованы этими авторами в серии статей (Агрохимия. 1992. №7; 1994. №3, №4, №6; 1995. №4).

² Дисперсионному анализу подвергали данные по урожаю зерна.

но более четкому выявлению зональных различий в реакции яровой пшеницы на азотное удобрение при основном его внесении. Пшеницу высевали по зерновым и пропашным предшественникам, после которых действие азота проявляется наиболее сильно. Схемы экспериментов построены по принципу, принятому в Географической сети опытов: азотные минеральные удобрения испытывали на фосфорно-калийном фоне (дозы фоновых удобрений – по 40–60 кг д.в./га). В большинстве случаев вносили аммиачную селитру. Были использованы результаты только краткосрочных опытов, закладку которых ежегодно осуществляли на новом месте в пределах одного опытного учреждения.

Непременным условием включения в обобщение было наличие по каждому пункту данных и по урожаю зерна, и по его белковости не менее чем за 3 года. В подавляющем большинстве случаев речь идет о сыром белке.

Первый этап работы с исходным материалом заключался в подготовке среднегодовых данных по отдельным пунктам экспериментирования. Сбор белка подсчитывали, пользуясь сведениями по его содержанию в зерне и урожаю (масса зерна при 14%-ной влажности). Если по одному опытному учреждению были материалы по двум сортам мягкой яровой пшеницы (или по двум предшественникам), их усредняли по числу опыто-лет.

Затем материал группировали по зонам. В данном случае использовано деление земледельческой территории России, принятое в природно-сельскохозяйственном районировании [6].

Следующим этапом был подсчет средних показателей по зонам. В этом случае усреднение проводили по числу пунктов экспериментирования, каждый из которых должен характеризовать определенную территорию. Следует заметить, что схемы опытов не полностью совпадали по набору изучаемых доз азота. Так, в лесостепной зоне учтены данные 26 опытных учреждений (табл. 1), при этом по первой дозе имели сведения из 12 пунктов, по второй – 19, по третьей – 13, по четвертой – 10. Эти числа и использовали в процессе усреднения данных. Подсчет среднего по зоне процента белка проводили, исходя из усредненного его сбора и урожая зерна.

Таблица 1

Действие доз азотных удобрений на урожай зерна яровой пшеницы и содержание в нем белка

Зона	Доза N, кг д.в./га					Число		Источник
	0	30-0	60	90	120	пунктов	опыто-лет	
Урожай, ц/га								
Ю жнотаежно-лесная	20,7	29,3	29,4	32,0	30,2	4	12	(7-9)
	21,2	27,2	30,7	31,7	30,1			
Лесостепная	21,1	26,1	25,4	26,1	27,2	26	106	(10-36)
	21,9	24,0	25,3	27,0	28,7			
Степная и сухостепная	14,5	15,8	15,0	-	-	5	16	(20, 37-39)
Содержание белка в зерне, %								
Ю жнотаежно-лесная	11,4	11,8	12,5	13,0	13,2	4	12	(7-9)
	11,4	11,9	12,4	12,9	13,4			
Лесостепная	12,2	13,0	13,5	13,7	14,2	26	106	(10-36)
	12,4	13,0	13,4	14,0	14,5			
Степная и сухостепная	14,3	15,2	14,8	-	-	5	16	(20, 37-39)

Примечание. Над чертой и для степной и сухостепной зоны – усредненные фактические значения, под чертой – вычисленные по уравнениям регрессии.

Для корреляционного и регрессионного анализа использовали среднегодовые данные отдельных пунктов экспериментирования (урожай зерна, содержание в нем белка, сбор белка).

Применение изложенных здесь методов отбора, группировки и обсчета экспериментальных материалов позволило получить данные, приведенные в табл. 1 и 2. При рассмотрении их нетрудно заметить, что распределение пунктов экспериментирования по зонам весьма неоднородно. Наибольшее число опытов приходится на лесостепную зону, где размещается значительная часть посевов яровой пшеницы. В южнотаежно-лесной зоне площади посевов этой культуры сравнительно невелики и в соответствии с этим, количество экспериментов гораздо меньше. Немного их и в пределах степной и сухостепной зон. Но все же стоит, по-видимому, использовать имеющийся материал для сравнения реакции яровой пшеницы на дозы азотного удобрения в разных природных условиях, чтобы рассмотреть общую картину хотя бы в первом приближении.

Данные, приведенные в табл. 1, говорят о том, что несмотря на смену сортов и технологий возделывания можно наблюдать явление, обнаруженное еще в начале нашего столетия: при передвижении от южнотаежно-лесной зоны к лесостепной и степной содержание белка в зерне пшеницы увеличивается. Определенная географическая закономерность прослеживается не только на контроле (в табл. 1 и 2 это фосфорно-калийный вариант), но и при внесении азотных удобрений.

На дерново-подзолистых почвах южнотаежно-лесной зоны рост урожая зерна прекращается при внесении N60–90, эти же дозы можно считать достаточными для достижения содержания белка в зерне, равного 13%, и наиболее высокой прибавки сбора белка. Если же говорить об окупаемости 1 кг азота удобрения прибавкой сбора белка, то оптимум находится в пределах N40–60 (табл. 2).

Таблица 2

Действие доз азотного удобрения на сбор белка с урожаем зерна яровой пшеницы

Зона	Доза N, кг д.в./га				
	0	30-0	60	90	120
Сбор белка, кг/га					
Ю жнотаежно-лесная	236 269	345 309	367 349	416 389	399 429
Лесостепная	258 269	339 310	342 338	359 372	385 407
Степная и сухостепная	208	240	222	–	–
Прибавка сбора белка, кг/га					
Ю жнотаежно-лесная	–	109	131	180	163
Лесостепная	–	81	84	101	127
Степная и сухостепная	–	32	14	–	–
Количество дополнительного белка на 1 кг азота, кг					
Ю жнотаежно-лесная	–	3,6	2,2	2,0	1,4
Лесостепная	–	2,3	1,4	1,1	1,1
Степная и сухостепная	–	0,8	0,2	–	–

* В опытах южнотаежно-лесной зоны N30, лесостепной – в среднем N35, степной и сухостепной N40.

Примечание. Приведены усредненные фактические значения (по сбору белка под чертой – значения, вычисленные по уравнениям регрессии).

На серых лесостепных почвах и выщелоченных черноземах лесостепной зоны и урожай, и процент белка, и сбор его постепенно увеличиваются вплоть до дозы N120, но наибольшее количество дополнительного белка, приходящегося на 1 кг азота удобрения, получено при внесении N40–60.

В более засушливых условиях степной и сухостепной зон увеличение дозы азота сверх 30–40 кг/га не имеет смысла (табл. 1, 2).

Разумеется, речь здесь идет о самых общих оценках. Кроме того, в каждом конкретном случае вопрос об экономическом оптимуме решается, исходя из цены на зерно с учетом его качества и стоимости удобрений (вместе с затратами на транспортировку и внесение). Что касается агроэкологических ограничений, то для южнотаежно-лесной и лесостепной зоны дозы, не превышающие N60, могут считаться вполне допустимыми, поскольку они находятся в пределах накопления азота фитомассой яровой пшеницы при урожаях зерна 20–30 ц/га [40].

Данные по влиянию доз азотного удобрения на урожай зерна, процент белка и общий его сбор были подвергнуты регрессионному анализу, результаты которого приведены в табл. 3. По всем трем показателям для южнотаежно-лесной и лесостепной зон получены уравнения регрессии, при которых коэффициенты корреляции между фактическими и вычисленными данными соответствуют 1%-ному уровню значимости (кроме уравнения, выражающего зависимость процента белка от доз азота в южнотаежно-лесной зоне, где имел место 5%-ный уровень значимости).

Таблица 3

Уравнения регрессии, выражающие действие доз азотного удобрения (N, кг д.в./га) на урожай зерна яровой пшеницы (У, ц/га), содержание в нем белка (Б, %) и сбор белка (СБ, кг/га)

Зона	Показатель	Уравнение регрессии	Теор.		
			0,05	0,01	0,001
Южно-таежно-лесная	Урожай	$Y = 21,247 + 0,242 N - 0,001 N^2$	0,72	0,47	0,59
	Содержание белка	$B = 11,379 + 0,017 N$	0,50	0,47	0,59
	Сбор белка	$СБ = 269,251 + 1,14 N$	0,70	0,47	0,59
Лесостепная	Урожай	$Y = 21,881 + 0,057 N$	0,35	0,22	0,28
	Содержание белка	$B = 12,381 + 0,018 N$	0,47	0,22	0,28
	Сбор белка	$СБ = 269,251 + 1,146 N$	0,47	0,22	0,28

Для степной и сухостепной зон аналогичные регрессионные зависимости получить не удалось: коэффициенты парной корреляции между дозами азота и урожаями, содержанием и сбором белка были недостоверны.

Поскольку большинство исследователей сходятся во мнении о зависимости качества зерна пшеницы от климатических особенностей территории, было принято вычисление коэффициентов парной корреляции между процентным содержанием белка в зерне и несколькими показателями увлажнения. При этом использованы усредненные за ряд лет данные по отдельным пунктам экспериментирования и среднеголетние показатели увлажнения применительно к этим же точкам, заимствованные из справочной литературы [41]. Результаты корреляционного анализа приведены в табл. 4.

Связь между среднегодовым количеством осадков и содержанием белка установлена не была. Накопление белка в зерне зависит в первую очередь от условий увлажнения вегетационного периода: оно коррелирует и с количеством осадков, и с гидротермическим коэффициентом по Селянинову (ГТК). Коэффициенты корреляции не очень высокие, но достоверные на 5%-ном уровне значимости. Таким

Коэффициенты парной корреляции между содержанием белка в зерне яровой пшеницы и показателями увлажнения ($n = 39$, $R_{\text{табл}} = 0,31$)

Вариант	Осадки за год, мм	Период с $t^{\circ} > 10^{\circ}\text{C}$	
		осадки, мм	ГТК
Без удобрений	0,02	-0,30	-0,36
РК	-0,01	-0,32	-0,34
№к	0,03	-0,34	-0,34

образом, степень влияния условий увлажнения на содержание белковых веществ в зерне пшеницы поддается измерению, и определенная доля территориального варьирования белковости должна быть отнесена на счет именно этого фактора.

Сведения, изложенные в настоящей статье, позволяют прийти к следующему заключению. Обобщение результатов 144 полевых экспериментов, проведенных в 35 опытных учреждениях России, подтверждает наличие зональных особенностей действия доз азотного удобрения на содержание белка в зерне яровой пшеницы. При исследовании географических закономерностей действия доз азота на урожай и белковость пшеницы и других злаковых культур следует придерживаться определенных методических принципов отбора и обобщения имеющихся и вновь поступающих экспериментальных данных. Это должно привести к формированию информационной основы, необходимой для решения и хозяйственных вопросов и проблем экологического нормирования азотных минеральных удобрений в агроландшафтах разных природных зон земледельческой территории России.

Литература

1. Толстоусов В.П. Удобрения и качество урожая. — М.: Агропромиздат, 1987. — 192 с.
2. Минеев В.Г., Тищенко А.Т., Семихова О.Д. Удобрение и качество зерна. — М.: ВНИИТЭИСХ, 1975. — 112 с.
3. Коданев ИМ. Повышение качества зерна. — М.: Колос, 1976. — 304 с.
4. Минеев В.Г., Аникст Д.М. Агрохимия. 1978. №5. — С. 131.
5. Аникст Д.М. Удобрение яровой пшеницы. — М.: Россельхозиздат, 1986. — 141 с.
6. Природно-сельскохозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР. — М.: Колос, 1983. — 335 с.
7. Прокошев В.Н., Попова С.И., Бугреев В.А. Агрохимия. 1974. №1. — с. 74.
8. Мельникова Н.И. Тр. Перм. СХИ. 1976. Т. 109. — С. 66.
9. Финогенова Л.А. Тр. Латв. СХА. — Елгава, 1979. Вып. 166. — С. 6.
10. Усанова З.И., Булатов Н.Ф. Тр. Тул. оп. станции. — Тула: Приок. кн. изд-во, 1976. Т. 5. Ч. 1. — С. 118.
11. Лесогорова А.И. Влияние предшественников и удобрений на урожай и качество зерна яровой пшеницы на слабовыщелоченном черноземе Курской обл. / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. — Воронеж: Воронеж. СХИ, 1975. — 21 с.
12. Бондарева К.Г., Холявина И.Т. Бюл. ВИУА. 1985. №72. — С. 48.
13. Кулешов К.Р., Кабанова В.П. Химия в сел. хоз-ве. 1981. №6. — С. 16.
14. Коданев ИМ., Полухин В.Н., Шафронов ОД. Эффективное использование минеральных удобрений. — Киров: НИИСХ СВ. 1976. — С. 25.
15. Масловский В.В. Цветкова В.И., Смирнова Н.Г. Тр. Горьков. СХИ. 1978. Т. 120. — С. 20.
16. Спиридонова Н.К. Агротехника и биология с.-х. культур. — Ульяновск: Ульянов. СХИ, 1976. Вып. 3. — С. 36.

17. Ситдиков Ф.Ю. Влияние азотных удобрений, норм высева и препарата ТУР на урожай и технологические качества зерна яровой пшеницы на черноземах Татарии / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Горький: Горьков. СХИ, 1978. – 26 с.
18. Минушев Ф.Х. Бюл. науч.-техн. информации. – Казань: Татар. НИИСХ, 1972. Вып. 1. – С. 15.
19. Ломако Е.И., Ахметов К.Н., Ибрагимов А.В. Агрохимия, 1982. №9. – с. 55.
20. Результаты полевых опытов с удобрениями в системе Государственной агрохимслужбы РСФСР. – М.: ВНИИПТИХИМ, 1978. Т. 1. – 275 с.
21. Данилова Л. Ф. Сравнительная продуктивность овса, ячменя и пшеницы при выращивании на зернофураж на фоне различных доз минеральных удобрений в условиях Курганской обл. / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М.: ВНИИ кормов, 1975. – 29 с.
22. Волынкина О.В. Урожай и качество зерна пшеницы при разных сроках и способах внесения возрастающих доз азота в Курганской обл.: Автореф. дис.... канд. с.-х. наук. – Ленинград–Пушкин: Ленинград. СХИ, 1978. – 17 с.
23. Васев П.П. Значение предшественников и удобрений в повышении урожайности отдельных сортов яровой пшеницы в лесостепной зоне Зауралья / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М.: ВИУА, 1981. – 17 с.
24. Немченко В.В. Влияние минеральных удобрений и препарата ТУР на полегаемость, урожай и качество зерна яровой пшеницы в Курганской обл. / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Горький: Горьков. СХИ, 1974. – 22 с.
25. Кушниренко Ю.Д. Вопросы химизации земледелия Зауралья. – Челябинск: Юж. Урал НИИЗ, 1976. Вып. 2. – С. 81.
26. Кушниренко Ю.Д., Милютин Ю.В. Пути повышения уровня земледелия на Южном Урале и в Зауралье. – Новосибирск: СибНИИЗХИМ, 1981. – С. 20.
27. Слепец О.Ф. Отзывчивость сортов яровой пшеницы на изменение условий минерального питания в лесостепной зоне Южного Урала / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М.: ВИУА, 1987. – 24 с.
28. Ильин А.Н. Тр. НИИСХ Северного Зауралья. – Тюмень, 1976. Вып. 17. – с. 10.
29. Шабурова Н.А., Иванова Р.Г. Сиб. вестн. с.-х. науки. 1975. №5. – с. 15.
30. Захаров Г.М. Сиб. вестн. с.-х. науки. 1975. №1. – С. 110.
31. Подзорова З.М. Влияние некоторых форм, доз и способов внесения удобрений на яровую пшеницу в условиях дренированной лесостепи Новосибирской обл. / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск: СХИ, 1971. – 23 с.
32. Подзорова З.М. Науч. тр. Новосиб. СХИ. 1979. Т. 122. – С. 82.
33. Амелин А.В. Проблемы повышения качества зерна. – М.: ВАСХНИЛ, 1977. – С. 228.
34. Речкунов Н.И. Сиб. вестн. с.-х. науки. 1975. №5. – С. 13.
35. Андропова Г.М., Замяткчна Л.Е., Астафьева В.П. Химия в сел. хоз.-ве. 1977. №4. – С. 27.
36. Пятникова Э.В. Динамика азота в почве, урожай и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от способов внесения аммиачной воды на серых лесных почвах Иркутской обл. / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Иркутск: Иркут. СХИ, 1972. – 20 с.
37. Гришин Н.П. Формирование урожая яровой пшеницы на обыкновенных черноземах Саратовского Правобережья при различных приемах локального внесения фосфорных удобрений / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Саратов: Саратов. СХИ, 1984. – 17 с.
38. Радов А.С., Чуян Г.А., Чуян С.И. Агрохимия. 1976. №1. – С. 73.
39. Чуб М.П. Влияние удобрений на качество зерна яровой пшеницы. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 68 с.
40. Аникст Д.М., Тюрюканов А.Н. Агрохимия. 1992. №7. – С. 3.
41. Основные данные по климату СССР. – Обнинск: ВНИИ гидрометеорологической информации, 1976. – 391 с.

О МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДПОСЫЛКАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ В БИОГЕОЦЕНОЛОГИИ¹

1. Фундаментальная концепция о «... многосложных и многообразных соотношениях и взаимодействиях... между тех называемыми живой и мертвой природой» и о роли генетического почвоведения в выработке системы анализа этих взаимодействии, высказанная В.В. Докучаевым на рубеже века [Докучаев, 1951, с. 415], и поныне служит основой при изучении почвенных, биогеоценологических и биосферных процессов. Представление Докучаева о почве как особом природном теле было расширено В.В. Вернадским в представлении о биосфере как особой глобальной оболочке Земли, а В.И. Сукачевым – в представлении о биогеоценозах как элементарных биохорологических структурах ныне «живой» части биосферы Земли – витасферы [Тимофеев-Ресовский, 1962; Тимофеев-Ресовский, Тюрюканов, 1966; Тюрюканов, Александрова, 1969; Тюрюканов, 1975].

2. Общим и центральным звеном в познании закономерностей возникновения и развития почв, биогеоценозов, ландшафтов и биосферы является широкое использование метода естественноисторического анализа этих объектов, т.е. использование, с одной стороны, ретроспективного подхода для понимания современного состояния рассматриваемых природных объектов и, с другой стороны, представления о современных процессах как аналогах процессов, определявших историю объекта. Методологическое значение и плодотворность естественноисторического анализа доказаны всем ходом развития естествознания. Существенно отметить, что перечисленные выше природные объекты имеют длительную историю развития, от десятков до миллионов лет, и, как следствие этого, высокую степень их устойчивости во времени к различным воздействиям. Эти два обстоятельства (длительная история и высокая устойчивость природных объектов) делают естественноисторический метод надежным инструментом прогноза будущего состояния природных систем на обозримые отрезки времени, предполагая, что факторы, влияющие на их эволюцию, неизменны в своей качественной структуре, меняясь лишь количественно (Докучаев говорил, что все факторы почвообразования равнозначны в том смысле, что ни один из них не равен нулю). Таким образом, принцип актуализма, высказанный Геттоном и Лайелем [Вернадский, 1975. – С. 73; 1980. – С. 121], являющийся основанием и естественноисторического метода, существенно «работает» в условиях долговременно-векторизованных природных систем.

¹ Статья опубликована в соавторстве с В.В. Галицким в сборнике «Моделирование биогеоценологических процессов. – М.: Наука, 1981. – С. 29–47». Дальнейшее развитие эта тема получила в докладе авторов на симпозиуме «Философские (методологические) проблемы физико-химической биологии (19–22 сентября 1984 г., г. Пушкино)» в докладе «Биогеоценология: объект и методы», опубликованном затем в виде препринта.

3. Конкретным выражением естественноисторического подхода выступает метод эмпирического обобщения, давно и с успехом применявшийся в научной работе. Этот метод подробно на ряде исторических примеров рассмотрен В.И. Вернадским [см., например: Вернадский, 1975. — С. 89 и далее], который постоянно подчеркивал значение эмпирических понятий и эмпирических обобщений как основной части научного творчества, фундамента науки. При этом «общеобязательность» эмпирического обобщения достигается тем, что оно «непрерывно пересматривается и логическим анализом, и возвращением вновь к реальному явлению *многократной проверкой* новыми лицами» [Вернадский, 1975. — С. 92]. Таким образом, соответствующий эмпирический факт, становясь эмпирическим обобщением, проверяется и подтверждается в череде поколений ученых с помощью все новых научных методов. Такая основательная неспешность в отборе и признании новых естественнонаучных фактов и во включении их в фундамент науки обеспечивала последнюю известную самостоятельность и устойчивость во все периоды истории человечества.

4. Признание справедливости принципа актуализма (который сам, согласно Вернадскому, является эмпирическим обобщением для геологического масштаба времени) позволяет признать вполне естественной такую практику образования естественнонаучного фундамента. В этом случае, считал Вернадский [1960. Т. V. — с. 19], научные гипотезы, научные теории (а сегодня, мы добавим и модели) должны играть хотя и важную, но подчиненную, необязательную роль, так как они всегда выходят за пределы фактов, послуживших основой для их построения. Научные гипотезы, теории, модели служат инструментами ученого, помогающими ему получать новые эмпирические факты и обобщения, срок их существования обычно несравнимо меньше, чем эмпирических фактов и обобщений.

5. Наши дни характеризуются тем, что человечество, по выражению В.И. Вернадского (1977), стало «мощным геологическим фактором», изменяющим биосферу Земли, ее структуру, геохимию, энергетику, а также сложившуюся ритмичность в эволюции природных систем. Темпы развития человеческого общества и влияния его на остальную природу стали сравнимыми с темпами некоторых природных процессов. В связи с такими изменениями биосферной ситуации, вызванными процессом превращения биосферы в ноосферу, вопрос о справедливости принципа актуализма, если не для сегодняшней биосферы, то для завтрашней, становится вполне злободневным. Вопрос этот важен не только в чисто теоретическом и методологическом плане, но и в практическом, так как общепризнано, что наука в современном обществе стала непосредственной производительной силой, а в этих условиях обществу не может быть безразлична эффективность научного метода. Эффективность же метода эмпирического обобщения, основанного на принципе актуализма и, следовательно, использующего одно из ньютоновских правил умозаключения, — предписывать те же причины одним и тем же явлениям природы [Овчинников, 1968], должна падать и уже падает в тех случаях, когда объект (система объектов) исследования качественно и быстро меняется под действием человеческой деятельности или является биосферно значимым продуктом этой деятельности.

6. Если при анализе долговременно-векторизованной эволюции природных систем ученые активно использовали метод эмпирического обобщения, то при быстротекущих событиях, связанных с разнообразными воздействиями людей на природу, этот метод, требующий периода наблюдений, существенно большего, чем жизнь одного поколения исследователей, иногда оказывается неприменимым или неэффективным. Собственно поэтому, на наш взгляд, научные гипотезы, теоретические построения и, как способ их реализации [Баженов, 1968], моделирование приобретают особое значение наряду с методом эмпирического обобщения. Таким образом, смена «бега времени» приводит к смене методики прогнози-

рования эволюции природных систем в биосфере. Естественноисторический метод как ретроспективный метод анализа и прогноза существенно дополняется методом моделирования. Подчеркнем, что речь идет о взаимной дополнительности этих двух методов (естественноисторического и моделирования) в анализе и прогнозе эволюции биосферы в период ее трансформации в ноосферу. При таком подходе моделирование как частный прием анализа и синтеза возводится в ранг методологического приема естествознания. В наши дни «эмпирическое обобщение» уже, а «моделирование» еще не могут быть самостоятельными, изолированными методами таких наук, как почвоведение, биогеоценология, ландшафтоведение и учение о биосфере. Только их сопряжение, коррекция, взаимодополнительность составляют метод научного синтеза и прогноза на современном этапе развития науки [Тюрюканов, Александрова, 1969; Тюрюканов, 1975].

7. Возникновение проблемы биосферы и человечества потребовало для ее научного решения привлечения синтетических наук о природе, к каковым относятся генетическое почвоведение, ландшафтоведение, биогеоценология и учение о биосфере. Это совершенно особый класс молодых наук, которые отличны от классических наук, таких, как биология, геохимия, физика, химия и др. Синтетические науки междисциплинарны по своим методам, это сфера работ не специалистов, а натуралистов. Это науки не столько об объектах и явлениях, сколько о разнохарактерных и разнокачественных системах объектов и явлений. Это науки о связях внутри природных систем и/или между ними.

8. В последние годы в биологии получили распространение концепция об уровнях организации жизни и соответственные подходы к исследованию явлений жизни: макромолекулярный, клеточный, организменный, популяционный, биоценотический. Высказывалась мысль о выделении биогеоценотического уровня как высшего биологического уровня. В.Н. Сукачев не соглашался с этим тезисом, считая, что биогеоценотический уровень – это уровень особого порядка. Действительно, для биогеоценоза как природной системы характерно взаимопроникновение элементов живой и неживой природы, равно как и для почв, ландшафтов, витасферы и биосферы. Это и определяет, по нашему мнению, выделение наук, изучающих перечисленные природные объекты и законы их функционирования, в особый биосферный класс наук, в котором в первом приближении можно наметить следующий ряд уровней организации объектов и соответствующих наук: почвенный, биогеоценотический, витасферный, биосферный.

Каждый из перечисленных объектов может рассматриваться с нескольких позиций: пространственно-структурной, исторически временной организованности системы, связи между элементами системы или между системами-уровнями и т.д.

9. Наличие сложных комплексов связей между разными уровнями, проявляющихся как в консервативных или реликтовых признаках и свойствах природного объекта, так и в его динамичных признаках и свойствах (продукте современных процессов), вместе с отмеченным выше биосферным характером деятельности человечества требуют при анализе и прогнозе судьбы природных систем (биогеоценозов) использования особого биогеоценотического метода исследования – сопряженного метода естественноисторического анализа и моделирования. При этом акцент делается на анализ связей внутри системы или между системами. Эти связи настолько сложны и глубоки, что охватывают не только нынешние взаимоотношения элементов внутри системы, но и обеспечивают «связь времен» в системе, т.е. связь долго действующих векторизованных подсистем и процессов и статистически случайных процессов современности. Это разнообразие связей, их множественность и разнокачественность во времени и пространстве обеспечивают стабильность (но не статичность) природных систем биогеоценозов.

10. При исследовании природных систем и связей внутри и между ними, как сказано выше, используют два взаимодополнительных метода — естественноисторический и моделирование. Как правило, с помощью естественноисторического подхода и эмпирических обобщений составляют определенные концепции об изучаемой системе — концептуальная модель, которая предвещает и существенно ограничивает контуры будущего моделирования — математического или экспериментального. Концептуальная модель представляет в словесном, графическом или формульном виде имеющиеся и относящиеся к цели исследования данные о структуре, функциях и взаимосвязях объекта, а также гипотетические представления, которые предстоит уточнить или отбросить. Концептуальная модель изменяется в процессе работы над ней, уточняется и развивается. На базе концептуальной модели строится математическая модель, которая исследуется аналитически или с помощью ЭВМ с целью количественной оценки и проверки правильности и взаимосоответственности представлений и данных, заложенных в концептуальную модель. В качестве иллюстрации задач, возникающих при составлении концептуальных моделей объектов биогеоэкологического плана, и используемых при этом подходов можно привести работу А.А. Ляпунова и А.А. Титляновой (1971), а также статьи С.М. Разумовского, Н.И. Базилевич в настоящем сборнике [Разумовский, 1981; Базилевич, 1981].

В случае несоответствия между функционированием реального природного объекта и его модели ставится задача модификации концептуальной модели путем изменения и введения новых гипотез с последующей экспериментальной проверкой.

Изложенная в этом пункте схема подхода к моделированию весьма обща. В ней никак не используется специфика объекта моделирования, который в нашем случае является обычно естественноисторическим телом.

11. Методология моделирования биологического компонента биогеоэкологии должна, на ваш взгляд, основываться на последовательном применении принципа, который можно назвать «принципом минимального угла зрения» [Галицкий и др., 1977; Галицкий, Тюрюканов, 1977; Галицкий, 1981]. Именно при моделировании конкретного объекта следует начинать его рассмотрение с возможно более далекого «расстояния» (с минимальным углом зрения), на котором еще остается различимым лишь тот минимум свойств объекта, без учета которого рассмотрение теряет смысл. Затем, осуществляя постепенное «приближение» к объекту, увеличивать «угол зрения», «останавливаясь» и разрабатывая новые модели объекта всякий раз, когда становятся «различимыми» более мелкие свойства или структуры объекта. Естественно, что учет более тонкой структуры объекта дает возможность получить более «богатую» модель, которая, однако, включает в себя особенности поведения модели меньшего угла зрения. Следовательно, создаваемый при таком постепенном «приближении» к объекту ряд моделей² должен обладать свойством соответствия, т.е. набор свойств модели меньшего угла зрения должен вкладываться в набор свойств модели любого из больших углов зрения (ср. принцип соответствия, например, [Завьялов, 1976]).

12. Пример одного из возможных рядов моделей растительного сообщества обсуждается в статье В.В. Галицкого «О моделировании продукционного процесса...» в настоящем сборнике [Галицкий, 1981]. Этот ряд моделей характерен тем, что для него «приближение» к объекту можно, в известной степени, трактовать буквально, геометрически. В других случаях ответы на вопросы: что считать «рас-

² Следует отметить, что направление «приближения» к объекту в случае моделирования биологического компонента — построения рядов моделей — естественным образом задается тем, что биосфера Земли представляет собой максимальное и единственное известное нам проявление жизни в космосе.

стоянием» до объекта и как сравнивать эти «расстояния», какие свойства и процессы объекта в на каком «расстоянии» различимы и т.п. — должны представлять самостоятельную задачу и, может быть, методологическую. На наш взгляд, даже если доля интуиции при решении этих задач будет значительной, планомерная разработка рядов моделей позволит свести на нет возможные ошибки и избежать эклектичности, присущей многим моделям «биологического компонента» биогеоценоза (или экосистемы), не укладывающимся в какую-либо иерархию моделей, построенную согласно упомянутому выше принципу «минимального угла зрения». Эклектичность моделей, в которых смешиваются свойства и процессы объекта, «видные», вообще говоря, с различных «расстояний», затрудняет осмысление и использование этих моделей (в частности, из-за чрезмерно большого числа одновременно вводимых при этом параметров), а также в значительной мере снижает эффективность использования экспериментальных данных при построении таких моделей. Другими словами, системный (т.е. разумный) подход при моделировании биогеоценологических процессов должен выражаться не только и не столько в перечислении и учете всех мыслимых аспектов объекта, но и, что более важно, в установлении и использовании естественной иерархии этих аспектов (учитывая, например, пространственные и временные масштабы).

13. Мысль о построении рядов моделей вполне естественна и высказывалась ранее [Гильманов, 1978]. Однако практически ее не только никто не пытался реализовать, но даже не был намечен план построения хотя бы одного ряда³. Обычная практика моделирования биогеоценологических и экосистемных объектов состоит в попытке строить модель, которую можно было бы соотнести с группой моделей, возможно, принадлежащих к нескольким разным рядам, о которых говорилось в п. 11. Естественно, что при таком подходе теряется та информация о механизмах функционирования объекта, которая могла бы быть получена в процессе построения рядов его моделей и заведомо не менее важная для понимания объекта, чем его количественная модель — обычная цель моделирования. Количественная модель, если не принимать во внимание сумму представлений о механизмах функционирования объекта, использованных при ее построении, представляет собой по сути лишь более или менее сложный механизм для интерполяции по набору экспериментальных точек [Шмальгаузен, 1935]. Так как через конечное число экспериментальных точек можно провести линии множественно способов (а многие из этих графиков не будут практически отличаться друг от друга), то единственное, что может выделять данный инструмент — количественную модель из множества моделей, в этом смысле аналогичных, — это набор представлений о механизмах функционирования объекта, использованный при создании этого инструмента. В общем случае лишь осмысленность этого набора позволяет надеяться, что данная количественная модель может адекватно описывать ситуации, отличающиеся от тех, для которых были получены конкретные экспериментальные точки, т.е. надеяться хоть на какую-то степень предсказательности модели.

Часто после того, как при разработке модели получены результаты, не противоречащие экспериментальным данным, эти результаты постепенно начинают считаться чем-то очевидным, и иногда возникает вопрос: причем здесь моделирование? В связи с этим следует отметить, что ценность моделирования, во всяком случае в биогеоценологии, не только в том, что оно может участвовать в решении практических задач, но и (это может быть существенно) в том, что процесс моделирования позволяет ускорить «кристаллизацию» теоретических знаний из пересыщенного «раствора» экспериментальных и натуральных наблюдений. Можно пола-

³ В определенном смысле аналогом такого ряда может рассматриваться составленная для какой-либо местности система карт последовательно укрупняющегося масштаба.

гать, что на данном этапе основная задача моделирования в биогеоценологии состоит именно в этом, а не только в планировании и прогнозировании.

14. Обычная практика моделирования, которая упоминалась выше, основывается на правильных и четких рассуждениях о системах, гомоморфизмах, множествах и т.п. Дело, однако, состоит в том, что все это относится к операциям с уже сформулированной каким-либо образом модельной системой представлений о моделируемом объекте. Вопросы же о том, как выбирать и строить комплекс элементов модельной системы из экспериментальных и описательных данных и представлений о реальном объекте, какая иерархия соотношений между элементами комплекса и в каком смысле целесообразна, остаются вне рассмотрения. Эти вопросы соответствуют области исследований, пограничной между натурным описанием объекта исследования, с одной стороны, и математическим его описанием – моделированием – с другой. В большинстве случаев при моделировании объектов экологической природы модельную систему строят по перечисленному принципу, следуя тем, во многом описательным представлениям об объекте, которые имеются у натуралистов, его изучающих. Набор этих представлений часто определяется имеющимися техническими возможностями экспериментальных исследований и традициями. Модели, которые строятся на такой основе, имитируют структуру имеющихся экспериментальных знаний об объекте и потому могут быть названы имитационными. Следует заметить, что обычно имитационная модель определяется просто как гомоморфизм объекта. При этом открытым остается вопрос, в какой мере действительная структура моделируемого объекта соответствует имеющимся описательным представлениям о реальном объекте, лежащим в основе модели. Можно думать, что основная причина эклектизма в моделировании экосистем заключается в отсутствии подхода, аналогичного тому, который, например, в почвоведении используется при анализе генезиса и построении генетических рядов почв. Приведенный выше принцип минимального угла зрения может стать основой при разработке подхода, направленного на построение генетических рядов моделей, использование которых позволит существенно повысить предсказательность моделирования и с большей уверенностью относиться к прогнозам, сделанным с его помощью.

15. Обращаясь к вопросу о понятии биогеоценоза и к проблеме выделения реального биогеоценоза, можно предположить, что сформулированная выше методологическая концепция «минимального угла зрения» окажется полезной для их разумного решения. Кроме того, этот подход может оказаться удобным средством для «сортировки» того множества реальных объектов, процессов и ситуаций, с которым встречаются при попытках определить, например, границы конкретных биогеоценозов или сравнить два, даже интуитивно сходных, биогеоценоза.

Прежде чем перейти к обсуждению некоторых понятий биогеоценологии, следует указать, что представление о биогеоценозе (как и ряд сходных по уровню представлений географии, геоботаники, фитоценологии и т.п.) является в значительной мере эмпирическим обобщением большого числа наблюдений и заключений многих натуралистов о наличии значительных корреляций и соответствий между различными биотическими и абиотическими объектами, существующими и «сосуществующими» на одной территории. В.Н. Сукачев не раз обсуждал сходные представления (и термины) других исследователей. Элементом гипотезы в представлениях Сукачева, выгодно отличающим их от многих других сходных представлений, видимо, следует считать мысль об определяющем значении в образовании и функционировании биогеоценоза как целостного природного объекта материально-энергетических отношений в биогеоценозе и в окружающей его среде. В связи со слабой изученностью таких отношений, которую отмечал сам В.Н. Сукачев, определенная роль в формулировании основных положений биогеоценологического учения, в практике биогеоценологических исследований отводилась и

отводится «физиономическому принципу». Естественность этого принципа в таких условиях очевидна, хотя столь же очевидна его ограниченность и иногда ошибочность некоторых его следствий [Сукачев, 1972 в]. Гипотеза о роли материально-энергетических отношений в «жизни» биогеоценоза (в функционировании предмета биогеоценологии) не может анализироваться «физиономически», по крайней мере при сегодняшнем уровне биогеоценологического мышления. Это есть еще один важный аргумент в пользу моделирования как инструмента биогеоценологических исследований. Последовательный учет гипотезы о роли материально-энергетических отношений и ее использование в рассуждениях биогеоценологического плана приводят, как будет видно, к выводам, в определенной мере отличающимся от представлений и выводов, больше обоснованных «физиономически», чем аналитически. Необходимость учета материально-энергетических отношений определяет важную роль изучения динамики объектов биогеоценологии, что путем прямых натуральных наблюдений, т.е. в реальном временном масштабе их функционирования, обычно невозможно или затруднительно и поэтому тоже требует применения метода математического моделирования.

16. Как известно, В.Н. Сукачевым было дано определение биогеоценоза как всякого участка земной поверхности, «где на известном протяжении биоценоз и отвечающие ему части атмосферы, литосферы, гидросферы и педосферы остаются одинаковыми, имеющими однородный характер взаимодействия между ними и поэтому в совокупности образуют единый внутренне обусловленный комплекс» [1972 г. – С. 250]. Позднее он несколько модифицировал это общее определение, введя явные упоминания о материально-энергетических отношениях и о «постоянном движении, развитии» биогеоценоза [Сукачев, 1972 д. – С. 329].

Это определение на качественном уровне достаточно четко описывает то, что названо биогеоценозом. Однако оно, как можно видеть, не является конструктивным, так как одно из его центральных положений – положение об однородности слагающих биогеоценоз элементов на всем участке занимаемой им земной поверхности – не может быть в рамках этого определения выражено количественно. В соответствии с этим определением, например, излюбленный объект биогеоценологических и ландшафтных рассуждений – болотную кочку вполне можно считать биогеоценозом, хотя интуитивно ясно, что болотная кочка и собственно болото являются элементами разных иерархических уровней. Аналогичные рассуждения можно сделать относительно парцелл и ряда других имеющих или не имеющих специальные наименования биогеоценологических объектов⁴. Часто даже в тех случаях, когда и по определению, и интуитивно данный объект, например лес, явно есть биогеоценоз, при определении границ этого биогеоценоза могут быть заданы вопросы относительно учета ареалов расселения и миграции животных, которые нам из морфоструктурных соображений, быть может, хотелось бы указать. Можно согласиться с В.В. Мазингом (1973) в том, что исторически «морфологическая (или физиономическая) сторона» в изучении биогеоценоза, как и любого другого объекта науки, должна была получить и получила приоритет и стала интенсивно разрабатываться многими исследователями (например, Бяллович, 1960; 1973 а, б). Структура биогеоценозов и биогеоценологических элементов анализируется в настоящее время весьма подробно как на умозрительном, так и на экспериментальном уровнях, рассматриваются структуры надбиогеоценологических образования – биогеосистем [Бяллович, 1973 а], обсуждаются типы связей между биогеоценозами одного и разных типов [Дылис, 1973] и т.д. Осознавая, как нам кажется, возможные целесообразность, важность и перспективность такого рода иссле-

⁴ Предложенный А.И. Перельманом в 1951 г. остроумный, но, вообще говоря, интуитивный критерий выделения элементарной географической единицы земной поверхности [Перельман, 1975. – С. 9], очевидно, не может быть использован в определении понятия такой единицы.

дований, мы хотим, однако, подчеркнуть, что основаны они на не вполне определенном объекте исследования и потому может оказаться, что их предмет биогеоценологически не столь важен или далеко не все исследуемые процессы биогеоценологически существенны. В частности, стройные и логичные топоструктурные построения Ю.П. Бялловича (1973 а), касающиеся систем биогеоценозов – биогеосистем, строго говоря, могут быть применены, возможно с некоторым изменением терминологии, для описания любой системы, в которой имеется какой-либо обмен между ее элементами. И использование таких построений в биогеоценологических исследованиях станет целесообразным и необходимым, когда будет дан способ однозначного и в достаточной мере конструктивного выделения на земной поверхности конкретных биогеоценозов.

Резюмируя, можно сказать, что в настоящее время в биогеоценологии имеется структурное («физиономическое») или, более точно, пространственно-структурное направление, которое, развиваясь только в собственном «пространстве», не может преодолеть противоречия между сложным динамичным и цельным естественноисторическим объектом и статическим по сути, пространственно-структурным его определением.

17. После резюме предыдущего пункта вполне естественным будет предложение рассмотреть кроме пространственно-структурного, также и временной аспект, что, учитывая пространственно-временную организацию нашего мира, должно было бы снять указанное в п. 16 противоречие если не полностью, то в значительной мере.

Необходимость учета временного, а точнее возрастного, аспекта в биогеоценологии выдвигает вопрос длительности различных этапов существования биогеоценоза, т.е. его возраста. Сложность такой постановки задачи следует не только из упомянутой в п. 15 невозможности изучения биогеоценозов в реальном масштабе времени, но и из связанной с этим трудности выбора такого масштаба. Об этом свидетельствует практическое отсутствие работ по временным аспектам динамики какого-либо биогеоценоза в деле. Таким образом возникает вопрос, аналогичный обсуждавшемуся выше в связи с пространственной дефиницией биогеоценоза. Легко можно догадаться, что, находясь «внутри» понятия «биогеоценоз», понятия, основанного лишь на перечислении его внутренних пространственных и временных признаков, и используя лишь логические доводы, невозможно дать однозначный ответ также и на этот вопрос.

Таким образом, чтобы конкретизировать понятие «биогеоценоз», сделать его конструктивным, необходимо либо принять волевое решение, либо попытаться взглянуть на биогеоценоз «со стороны» или, другими словами, применить обсуждавшийся выше принцип «минимального угла зрения». Научный характер вопроса побуждает нас использовать второе средство.

18. Как указывалось выше, при моделировании объекта (а построение определения есть, очевидно, также его моделирование) необходимо рассматривать объект с возможно более далекого расстояния, на котором еще «видны» основные свойства объекта, но не видны детали.

Основным базисным элементом биотической части биогеоценоза является растительность, поставляющая энергию всем остальным элементам биоты⁵. Поэтому с определенного «расстояния» естественно рассматривать биоту биогеоценоза как некоторое живое вещество, «размазанное» по земной поверхности, занимаемой биогеоценозом. При этом не учитывается пространственная структура живого вещества. В связи с существованием так называемой экологической пирамиды

⁵ Точка зрения об определяющей роли микробоценозов в функционировании биосферы и биогеоценозов и о том, что «границы биогеоценоза должен определять микробоценоз, а не фитоценоз», изложена в работе Г.В. Гегамяна (1980).

можно сказать, что основную часть живого вещества будет составлять растительное вещество.

Следует заметить, что «расстояние», с которого мы «рассматриваем» биогеоценоз, должно быть в некотором смысле больше того «расстояния», с которого «рассматривал» лес Г.Ф. Хильми (1957; 1976). Поскольку нам необходимо установить пространственные пределы данного биогеоценоза, то мы должны «видеть» также и соседние биогеоценозы. Это обстоятельство методологически очевидно — нельзя описывать объект как таковой, находясь внутри него, а необходимо рассматривать его целиком, вместе с некоторым его окружением. С другой стороны, естественно, что это «расстояние» существенно меньше того «расстояния», с которого В.И. Вернадский «рассматривал» живое вещество биосферы.

19. Известно (см, например, [Сукачев, 1972 а]), что «основной» задачей растительного организма является образование органического вещества из «простейших минеральных соединений: углекислоты, воды и солей» при использовании энергии солнечных лучей. Будем называть [Сукачев, 1972 б; Горышина, 1979] для краткости «экоценоотическими факторами» как экстенсивные характеристики единицы площади, занятой биогеоценозом территории (доступные растительному веществу солнечная энергия, вода, минеральные соли), так и интенсивные характеристики (например, средняя в каком-либо смысле температура почвы или припочвенного воздуха). Речь идет о факторах, определяющих существование растительного вещества, реализация которого обычно есть ценоз; поэтому эти факторы, характеризующие свойства среды существования ценоза, и названы экоценоотическими. Теперь нам остается предположить, что участки земной поверхности, занятые соседними биогеоценозами, различаются количественно хотя бы по одному экоценоотическому фактору. Эти различия и вызывают различия между биогеоценозами в материально-энергетических отношениях, наличие которых отмечал В.Н. Сукачев в качестве важнейшего признака объекта биогеоценологии — биогеоценоза.

Таким образом, используя принцип «минимального угла зрения» и представление об основных факторах существования растительного вещества, мы получаем возможность для объективной оценки размеров (пространственный масштаб) и времени существования (временной масштаб) биогеоценоза. Так, можно сказать, что время существования данного биогеоценоза определяется временем, в течение которого на территории, занятой биогеоценозом, экоценоотические факторы изменяются незначительно. Размеры же биогеоценоза определяются тем участком земной поверхности, на всем протяжении которого те же экоценоотические факторы меняются в той же степени незначительно.

Для данной территории критерий незначительности изменения экоценоотических факторов как во времени, так и в пространстве (или, другими словами, то «расстояние», с которого мы «рассматриваем» комплекс соседних биогеоценозов), видимо, на этом этапе рассуждений должен быть определен в соответствии с задачами, для которых выделяются конкретные биогеоценозы.

20. Таким образом, теперь можно дать несколько более конструктивное определение биогеоценоза: *биогеоценоз — эта единая внутренне обусловленная пространственно-временная совокупность биоценоза и элементов педосферы, литосферы и атмосферы, существующая там, тогда и постольку, где, когда и постольку имеются необходимые экоценоотические факторы, варьирующие лишь в определенных соответственно данному типу биогеоценоза пределах.*

В этом определении есть, по крайней мере, одна недоговоренность, связанная с использованием лишь изложенных выше сведений о природном объекте. А именно, речь должна идти об определенных для данного типа биогеоценоза пределах варьирования экоценоотических факторов во времени и в пространстве и в связи с этим о структуре экоценоотических факторов. В частности, трудно было бы

считать целесообразным включение в определение объекта биогеоэкологической науки элемента, задаваемого волевым решением, хотя это может оказаться весьма удобным при практическом выделении биогеоценозов и их совокупностей.

21. В понятии «экоценоотические факторы», введенном нами выше, перечисляются факторы, влияющие на процессы в растительном веществе биогеоценоза. Тем самым задается один вид структуры экоценоотических факторов. Анализ этой структуры или ее элементов и ее влияние на растительность и другие компоненты биогеоценоза обычно составляют цель экспериментальных исследований. Несомненно, это очень важная задача. Однако здесь нас интересует другой вид структуры экоценоотических факторов.

Любой элемент упомянутого выше набора факторов для территории данного биогеоценоза можно представить состоящим из двух компонентов. Один из них создается без участия данного биогеоценоза, т.е. соседними и более отдаленными биогеоценозами, всей биосферой в целом, а также соответствующей иерархией абиотических объектов. Другой компонент связан непосредственно с функционированием данного биогеоценоза. Для каждого конкретного экоценоотического фактора соотношение этих компонентов может быть различным. Например, количество солнечной энергии, приходящей на территорию данного биогеоценоза, можно считать в значительной степени не зависящим от его функционирования, в то время как такой фактор, как водный режим биогеоценоза, определяется обычно как функционированием самого биогеоценоза, так и соседними биогеоценозами и биосферой в целом.

Используя представление о такой двучленной структуре экоценоотических факторов, мы получаем возможность ввести новое понятие — «свободный биогеоценоз», т.е. биогеоценоз, динамика живого вещества которого определяется факторами, не зависящими от его (биогеоценоза, а точнее, живого вещества) функционирования. Естественно, это идеальный образ, и цель его введения при моделировании можно объяснить подобно тому, как это делалось для понятия свободно растущего растения [Галицкий, Комаров, 1974; 1976; 1978; 1979]. Использование понятия о свободном объекте (т.е. объекте, деятельность которого не изменяет окружающую его среду) совместно с принципом Либиха дает возможность исключать из непосредственного рассмотрения те из одновременно учитываемых факторов, которые либо не меняются, либо меняются не зависящим от объекта образом.

Например, при формировании и развитии биоценоза на свежей горной породе некоторое время имеет место свободный биогеоценоз или, говоря словами В.Н. Сукачева, образуется «эмбрион биогеоценоза» [Сукачев, 1972 д. — С. 325]. Этот режим свободного биогеоценоза, который Сукачев называл сингенезом, характерен относительной незначительностью изменений физико-географических условий живым веществом («организмами»), но когда эти изменения, накапливаясь, становятся «столь велики и начинают так сильно воздействовать на весь органический мир, что и он изменяется» [Сукачев, 1972 д. — С. 367], то биогеоценоз переходит в режим несвободного развития — эндогенеза, во все большей степени определяемого самим биогеоценозом. В пределе режим несвободного развития заканчивается равновесным состоянием биогеоценоза (климаксовым состоянием или выработавшимся, по Сукачеву, состоянием соответствующего фитоценоза). Согласно сказанному выше, в режиме несвободного развития биогеоценоз (движущей силой которого является живое вещество — биоценоз) изменяет исходно определявшиеся сторонними биогеоценозами, биосферой и соответствующими косными объектами экоценоотические факторы территории в сторону некоторого набора их значений, который соответствует равновесному состоянию биогеоценоза. Из общих соображений, связанных с идеологией динамических систем, в принципе можно себе представить и «выработавшийся» биогеоценоз, существенные характеристики которого изменяются во времени в окрестности некоторого рав-

новесного состояния, в которое, может быть, данный биогеоценоз никогда и не попадает.

22. Здесь целесообразно рассмотреть некоторую абстракцию – многомерное пространство, по координатным осям которого каким-либо образом откладываются значения экоценологических факторов, соответствующих территории, занятой данным биогеоценозом. Нашей задачей в связи с приведенным выше определением биогеоценоза является указание области в этом пространстве, границы которой, собственно, и показывают те пределы варьирования экоценологических факторов, о которых идет речь в определении.

Фундаментальным предположением, которое целесообразно сделать и которое, по-видимому, соответствует совокупности результатов натурального изучения биосферных и биогеоценологических объектов и систем, является предположение о том, что континуальное пространство экоценологических факторов, по крайней мере в части его (пространства), представляющей нынешние земные условия, может быть разделено на «соты», каждая ячейка которых соответствует определенному типу биогеоценоза. Другими словами, это предположение эквивалентно предположению о дискретности⁶ пространства типов биогеоценозов (характеризующихся соответствующими ячейками «сот») или о конечности числа типов биогеоценозов на Земле.

При этом следует иметь в виду длительную историю развития жизни на Земле и то, что эволюция биологических видов, составляющих конкретные биоценозы на конкретных территориях, происходит за значительно более долгие промежутки времени, чем изменения соответствующих биогеоценозов. Эта эволюция в определенной степени вызвана и связана с изменением существующих биогеоценозов (микроэволюция), т.е. с «движением» биогеоценозов в уже имеющейся системе «сот». Поэтому указанную систему «сот», т.е. систему границ ее ячеек в пространстве экоценологических факторов, следует считать не зависящей от состояния биогеоценологической структуры земной поверхности – конкретной географии биогеоценозов. С той же степенью обоснованности мы должны также принять, что равновесная точка в каждой из ячеек пространства экологических ресурсов (т.е. тот набор значений экологических факторов, к которому биогеоценоз приближается в процессе эндогенеза) уже определена свойствами имеющегося живого вещества (набором растительных и животных видов в конкретном регионе или в биосфере в целом и положением в пространстве экоценологических факторов ячейки, соответствующей данной территории). В качестве некоторой иллюстрации можно привести следующий пример. Очевидно, что какой-либо тропический биогеоценоз невозможен, например, в средней полосе России – ячейка в пространстве экологических факторов, соответствующая такому биогеоценозу, характеризуется совсем другими значениями. С другой стороны, в весьма отдаленных географически друг от друга местах, например в той же средней полосе России и в Канаде или в Австралии, в сходных по экоценологическим факторам условиях существуют биогеоценозы, фитоценозы которых состоят из формально различных, но весьма схожих даже по внешнему виду растений⁷. Далее, как показывает история земледелия, независимо от хозяйственного освоения (сельскохозяйственный севооборот, пастбища или лесные культуры) после прекращения этого воздействия данная территория или сходные по экоценологическим факторам территории, может быть, разными путями, за разные промежутки времени попадают при есте-

⁶ Ср. с так называемой третьей точкой зрения на климаксовую растительность – климакс-континиум [Уиттекер, 1980].

⁷ Представляется весьма интересной и полезной задача поиска и сравнения таких фитоценозов и биогеоценозов и в «материально-энергетическом отношении», которое, несомненно, не менее показательным, чем, например, видовая структура биоценоза.

ственном ходе событий в одно состояние. Для значительной части севера СССР это хвойные леса, в умеренной зоне — это смешанные леса и т.п.

Таким образом, мы можем принять, что «сотовая» структура пространства экоценотических факторов, а также равновесные точки в каждой ячейке «сот» определяются свойствами живого вещества биосферы, полученными им в результате длительной эволюции соответствующей земным условиям части пространства экоценотических факторов⁸.

23. Если область пространства экоценотических факторов, в которой может «двигаться» данный биогеоценоз, и состояние, к которому он «движется», определены заранее как свойствами живого вещества, так и значениями экоценотических факторов, создаваемыми на данной территории соседними биогеоценозами и биосферой в целом, то само «движение» биогеоценоза к этому равновесному состоянию определяется исходным состоянием биогеоценоза, воздействием на него соседних биогеоценозов и биосферы в целом. Вообще говоря, в рамках этих наших рассуждений такое движение может быть осуществлено континуумом путей — траекторий в пространстве экологических факторов. Более точно — в случае стационарности экоценотических факторов, определяющих условия развития свободного биогеоценоза (см. п. 21) на данной территории, и при отсутствии других внешних воздействий «движение» биогеоценоза из заданной начальной точки в пространстве экоценотических факторов осуществляется по единственной траектории, своей для каждой точки данной ячейки «сот». Это движение направлено в общую для всех траекторий точку (например, особая точка типа «узел»). «Движение» выполняется в общем случае путем «работы», функционирования самого биогеоценоза. Поскольку «движение» конкретного биогеоценоза при стационарности внешних компонентов экоценотических факторов (т.е. компонентов, соответствующих свободному биогеоценозу, см. п. 21) — «самодвижение» — направлено к равновесной точке, т.е. внутрь ячейки «сот», то следует считать, что состояния свободного биогеоценоза, соответствующие данной ячейке, реализуются вблизи ее границ. Считая систему биогеоценозов, или биосферу, «физичной», т.е. в достаточной мере определенной и свободной или почти свободной от «истинной» случайности, а это, видимо, является объективной реальностью, следует полагать, что границы ячеек вполне определены, а равновесная точка в каждой ячейке единственна. Здесь целесообразно напомнить о принципе «минимального угла зрения» (см. п. 11).

24. Теперь мы можем сформулировать второе, несколько более объективное определение биогеоценоза: *биогеоценоз — это единая внутренне обусловленная пространственно-временная совокупность биоценоза и элементов педосферы, гидросферы, литосферы и атмосферы, существующая там, тогда и постольку, где, когда и поскольку имеются необходимые экоценотические факторы, варьирование которых, определяемое комплексом соседних биогеоценозов и биосферой в целом, происходит в пределах, определяемых свойствами имеющегося живого вещества* (т.е. набором растительных, животных и микробных видов в конкретном регионе и/или в биосфере в целом).

Это определение фиксирует данный биогеоценоз независимо от того, в какой точке пространства экоценотических факторов (точке ячейки) он находится в данный момент. Кроме того, оно отмечает, что в масштабе времени, значительно меньшем, чем эволюционные времена и времена достаточно больших естественных экзогенных изменений экоценотических факторов данной территории, пространственные границы данного биогеоценоза неизменны. Временные пределы существования конкретного биогеоценоза определяются теми же обстоятельствами. Кроме того, можно отметить определенный дуализм понятия биогеоценоза: допустимые рамки варьирования факторов определяются историей живого веще-

⁸ Е.М. Лавренко (1976) говорит о «запрограммированности» видового состава биогеоценозов и их сочетаний, который есть результат длительного эволюционного процесса.

ства — биологически эволюционным временем, а конкретные значения факторов — географией, так сказать, сиюминутным (в масштабе эволюционных времен) пространственным размещением живого вещества.

25. Данное в предыдущем пункте определение биогеоценоза свободно от элементов субъективизма. Оно указывает коренные факторы, определяющие пространственные и временные границы существования биогеоценоза, и, возможно, именно поэтому недостаточно конструктивно. Более конструктивных определений можно добиться, поступаясь, в разумных пределах, универсальностью и используя те, как нам кажется, довольно наглядные представления, которые были развиты в предыдущих пунктах.

Мы оставляем построение других определений биогеоценоза до следующих публикаций, так же как и рассмотрение вопросов, связанных с пространственной неоднородностью территории, занимаемой биогеоценозом, и с сукцессией растительного вещества, вопросов характеристики биогеоценоза так называемыми внутренними параметрами и т.д.

Сделаем лишь несколько общих замечаний. Во-первых, читатель, ознакомившийся с этой статьей и с работой С.М. Разумовского в этом же сборнике [Разумовский, 1981], может заметить, что содержание понятия «биогеоценоз», используемого нами и соответствующего ботанико-географическому району С.М.Разумовского, существенно отличается от того, что в конкретных случаях понимал под биогеоценозом В.Н. Сукачев. Это можно рассматривать в первом приближении как следствие различий между «физиономическим» (статическим) и «механизменным» (динамическим) подходами к изучению объекта. Во-вторых, возникает вопрос о соотношении понятий «биогеоценоз» (в нашем понимании) и «ботанико-географический район» (по С.М. Разумовскому). Сходный вопрос обсуждался В.Н. Сукачевым относительно понятий «биогеоценоз» (в его понимании) и «фитоценоз». В.Н. Сукачев принял, что в большинстве случаев (когда можно говорить о фитоценозе) биогеоценоз существует в границах фитоценоза и его (биогеоценоза) тип определяется типом существующего на территории фитоценоза. Этим, вообще говоря, умалялось значение понятия биогеоценоза как самостоятельного объекта, что явственно проступает обычно и в натурных исследованиях. Биогеоценоз (в нашем понимании) также существует в границах соответствующего ботанико-географического района (по С.М. Разумовскому). Фитоценоз в климатическом состоянии существенно нивелирует влияние на него косных абиотических факторов занимаемой им территории, т.е. роль той совокупности биоценоза и элементов педосферы, гидросферы, литосферы и атмосферы, о которой говорилось выше, в существовании биогеоценоза в климаксе существенно ослабляется. Если бы климатическое состояние занимало значительную часть территории ботанико-географического района, то особого смысла во введении соответствующего понятия «биогеоценоз» также не было бы. Однако, как видно из приведенного в статье С.М. Разумовского (1981) примера, климатическое состояние занимает весьма незначительную часть территории района. На остальной значительной части территории растительность соответствует различным стадиям сукцессионной схемы. На этих стадиях существенна роль материально-энергетического взаимодействия живых и косных элементов территории, которое определяет суть биогеоценологии и самостоятельное значение понятия биогеоценоза. Биогеоценоз, таким образом, есть существенно динамическое понятие, важное для понимания и описания ситуаций, связанных с нарушением непрерывности выполнения сукцессионных схем.

26. Изложенные выше соображения, на наш взгляд, могут быть полезны при разработке подходов к моделированию биогеоценозов и прогнозированию судьбы биогеоценологических систем. Во всяком случае, более или менее наглядные умозрительные соображения помогают представить устройство систем, которые человек не может воспринять чувственно.

Литература

1. Баженов Л.Б. Современная научная гипотеза // Материалистическая диалектика и методы естественных наук. — М.: Наука, 1968. — С. 294–321.
2. Базилевич Н.И. Иерархические концептуальные балансовые модели экосистем и почвы в связи с некоторыми аспектами эволюции биосферы // Моделирование биогеоценотических процессов. — М. Наука, 1981. — С. 69–85.
3. Бяллович Ю.П. Биогеоценотические горизонты // Тр. МОИП. Отд. биол. 1960. Т. 3. Секция бот. — С. 43–60.
4. Бяллович Ю.П. Системы биогеоценозов // Проблемы биогеоценологии. — М.: Наука, 1973 а. — С. 37–47.
5. Бяллович Ю.П. Биогеоценотические основания теории систем лесов // Проблемы биогеоценологии. — М.: Наука, 1973 б. — С. 47–58.
6. Вернадский В.И. Избр. соч. — М.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. V. — 422 с.
7. Вернадский В.И. Размышления натуралиста: Пространство и время в неживой и живой природе. — М.: Наука, 1975. — 173 с.
8. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Научная мысль как планетное явление. — М.: Наука, 1977. — 191 с.
9. Вернадский В.И. Живое вещество. — М.: Наука, 1978. — 355 с.
10. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии // Тр. Биогеохимической лаборатории. — М.: Наука, 1980. Т. 16. — 320 с.
11. Галицкий В.В. Об основных понятиях биогеоценологии и моделировании биогеоценотических объектов // Проблемы современной экологии. — Тарту, 1978 а. — С. 39–40.
12. Галицкий В.В. О методологии моделирования биогеоценотических объектов и основных понятиях биогеоценологии // Тез. докл. совещания «Структурно-функциональные особенности естественных и искусственных биогеоценозов». — Днепропетровск, 1978 б. — С. 13.
13. Галицкий В.В. О моделировании продукционного процесса в растительном сообществе // Моделирование биогеоценотических процессов. — М.: Наука, 1977. — с. 104–118.
14. Галицкий В.В., Глотов Н.В., Тюрюканов А.Н. Теоретические предпосылки математического моделирования почвенно-биогеоценотических процессов // Почвоведение и агрохимия. — Пушино, 1977. — с. 203–208.
15. Галицкий В.В., Комаров А.С. О несвободном росте биомассы организма. — Пушино, 1974. — 8 с.
16. Галицкий В.В., Комаров А.С. Дискретная модель популяции деревьев // Моделирование почвенных процессов и автоматизация их исследований. — М.: Наука, 1976. — С. 91–106.
17. Галицкий В.В., Комаров А.С. Модель динамики биомассы дерева. — Пушино, 1978. — 21 с.
18. Галицкий В.В., Комаров А.С. О моделировании роста растения // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1979. №5. — с. 714–723.
19. Галицкий В.В., Тюрюканов А.Н. Методологические предпосылки моделирования биогеоценотических процессов // Структура науки и механизм возникновения нового знания. — Обнинск—Москва, 1977. — С. 46–55.
20. Галицкий В.В., Тюрюканов А.Н. Биогеоценология: объект и методы. — Пушино, 1984. — 29 с.
21. Гегамян Г.В. О биосферологии В.И. Вернадского // Журн. общ. биологии. 1980. Т. ХLI. №4. — С. 581–595.
22. Гильманов Т.Г. Математическое моделирование биогеохимических циклов в травяных экосистемах. — М.: Изд-во МГУ, 1978. — 168 с.
23. Горышина Т.К. Экология растений. — М.: Высшая школа, 1979. — 368 с.

24. Докучаев В.В. Место и роль современного почвоведения в науке и в жизни. Соч. – М.: Изд-во АН СССР, 1951. Т. VI. – С. 415–424.
25. Дылис Н.В. Межбиогеоценозные связи, их механизмы и изучение // Проблемы биогеоценологии. – М.: Наука, 1973. – С. 71–79.
26. Завьялов О.И. Принцип соответствия // БСЭ. 3-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1976. Т. 24. – С. 538.
27. Лавренко Е.М. О некоторых современных задачах биогеоценологических исследований // Современное состояние и перспективы развития биогеоценологических исследований. – Петрозаводск, 1976. – С. 4–13.
28. Ляпунов А.А., Титлянова А.А. Системный подход к изучению круговорота вещества и потока энергии в биогеоценозе // О некоторых вопросах кодирования и передачи информации в управляющих системах живой природы. – Новосибирск, 1971. – С. 99–156.
29. Мазинг В.В. Что такое структура биогеоценоза // Проблемы биогеоценологии. – М.: Наука, 1973. – С. 148–157.
30. Овчинников Н.Ф. Методологическая функция философии в естествознании // Материалистическая диалектика и методы естественных наук. – М.: Наука, 1968. – С. 9–42.
31. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М.: Высшая школа, 1975. – 341 с.
32. Работнов Т.А. Фитоценология. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 384 с.
33. Разумовский С.М. Основные закономерности сукцессионной динамики фитоценозов // Моделирование биогеоценологических процессов. – М., 1981. – С. 47–62.
34. Сукачев В.Н. Руководство к исследованию типов лесов. Избр. труды. – Л.: Наука, 1972 а. Т. 1. – С. 15–141.
35. Сукачев В.Н. Основы лесной геоботаники. Избр. труды. – Л.: Наука, 1972 б. Т. 1. – с. 142–194.
36. Сукачев В.Н. О принципах генетической классификации в биоценологии. Избр. труды. – Л.: Наука, 1972 в. Т. 1. – с. 214–227.
37. Сукачев В.Н. О соотношении понятий «географический ландшафт» и «биогеоценоз». Избр. труды. – Л.: Наука, 1972 г. Т. 1. – С. 248–258.
38. Сукачев В.Н. Основные понятия лесной биогеоценологии. Избр. труды. – Л.: Наука, 1972 д. Т. 1. – С. 311–393.
39. Тимофеев-Ресовский Н.В. Некоторые проблемы радиационной биогеоценологии / Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Свердловск, 1962.
40. Тимофеев-Ресовский В.Н., Тюрюканов А.Н. Об элементарных биохорологических подразделениях биосферы // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1966. Т. 71. Вып. 1. – С. 123–132.
41. Тюрюканов А.Н. Биосфера и витасфера Земли и биогеоценозы // Биосфера и человек. – М.: Наука, 1975. – С. 33–40.
42. Тюрюканов А.Н., Александрова В.Д. Витасфера Земли // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1969. Т. 74. №4.
43. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы / Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1980. – 327 с.
44. Хильми Г.Ф. Теоретическая биогеофизика леса. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 296 с.
45. Хильми Г.Ф. Энергетика и продуктивность растительного покрова суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 62 с.
46. Шмальгаузен И.И. Определение основных понятий и методика исследования роста // Рост животных. – М.–Л.: Биомедгиз, 1935.

Часть 2.

Биосферное естествознание

ОБ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ БИОХОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ БИОСФЕРЫ¹

I. Введение

1. За последние годы в связи с широким внедрением в естествознание учения В.И. Вернадского о биосфере Земли и биогеоценотической концепции В.Н. Сукачева особую остроту приобрела проблема выявления и определения элементарных структур, слагающих биосферу. Решение этой проблемы позволит создать основы рациональной системы классификаций материала в различных естественно-исторических дисциплинах, а впоследствии позволит осуществлять координацию этих классификаций, разработанных на разных принципах и материале, но имеющих в своей основе общую элементарную единицу. В настоящей работе поставлена задача выявления и определения таких биохорологических единиц, а также обсуждается их значение в классификации материала, изучаемого в различных биологических и географических дисциплинах.

2. Как известно, переход от чисто эмпирического изучения к построению точных теоретических основ связан в естествознании с выявлением и достаточно строгой формулировкой элементарных структур и процессов в том природном материале, который подлежит исследованию данной дисциплиной. Это позволяет успешно применять логико-математический аппарат и создавать соответствующие теоретические дисциплины, чрезвычайно обогащающие, углубляющие и ускоряющие развитие этих наук. В биологии в связи с комплексностью и большой изменчивостью ее объектов (живых организмов и их сообществ) до сих пор не только не создана теоретическая биология (эквивалентная теоретической физике), но даже не выявлены и с достаточной строгостью не определены элементарные структуры и процессы на разных уровнях организации и изучения жизни в биосфере.

3. В организации, а в связи с этим и изучении жизни на Земле можно выделить по крайней мере четыре основных уровня. Первым является молекулярно-генетический уровень, включающий основные внутриклеточные управляющие системы (хромосомы и некоторые другие органеллы и биологически активные макромолекулы), которые осуществляют ауторепродукцию клеток и организмов и передают наследственную информацию от поколения к поколению. Эти же управляющие системы через изменение своих структурных элементов (мутации) определяют наследственную изменчивость, лежащую в основе эволюционного про-

¹ Статья опубликована в соавторстве с Н.В. Тимофеевым-Ресовским в «Бюллетене Московского общества испытателей природы. Отд. биол. 1966. Т. LXXI. № 1. – С. 123–132».

цесса. На втором – онтогенетическом уровне (теоретически наименее ясном) осуществляется развитие особей и протекание в них жизненных процессов, определяемых в основном кодом наследственной информации. Онтогенез организмов совершается, по-видимому, вследствие существования саморегулирующейся иерархической системы управляющих систем, определяющей согласованную реализацию наследственных признаков и свойств и работу управляющих систем во времени и пространстве в пределах особи. Третий уровень – популяционный, на котором в совокупностях особей одного вида, населяющих определенную территорию и в той или иной степени изолированных от таких же соседних совокупностей (популяций), в ряду поколений протекает исторический процесс изменения форм организмов, в конечном итоге приводящий к видообразованию и эволюционному прогрессу, что отражено в филогенетической системе этих форм. Наконец, четвертый – биохорологический, или биосферный, уровень жизни – включает определенные сообщества организмов разных видов, находящихся в сложных взаимоотношениях как между собой, так и с косными компонентами среды. Эти взаимодействия обуславливают грандиозный биогеохимический круговорот вещества и энергии в биосфере нашей планеты.

4. К сожалению, в большинстве разделов биологии с выделением и определением элементарных единиц и явлений дело обстоит до сих пор неблагоприятно. Это относится также и к формулировке основных понятий и принципов классификационных систем. Элементарные единицы и явления вскрыты и определены с достаточной точностью лишь в некоторых областях экспериментальной биологии (в генетике и в некоторых разделах биофизики и биохимии), т.е. на первом уровне организации и изучения жизни. За последние десятилетия в результате внедрения принципов современной генетики в эволюционное учение вычленены элементарные структуры (популяции) и элементарные явления (изменения генетического состава популяций) в области микроэволюционных процессов, ведущих к видообразованию. В большинстве же областей биологии не только не выявлены элементарные структуры и процессы, но, к сожалению, не существует достаточно точных и однозначных систем понятий. Даже одна из старейших биологических дисциплин – систематика, требующая строгой формулировки понятий и стройности классификационной системы, только в последнее время, и то лишь в некоторых разделах зоологии, начинает удовлетворять предъявляемые к естественноисторическим дисциплинам требования. Особенно неблагоприятно обстоит дело в биохорологических дисциплинах, изучающих и классифицирующих участки поверхности Земли по характеру населяющих их сообществ организмов или распространению отдельных таксонов (ареалы); сюда же относятся дисциплины, изучающие и классифицирующие сообщества организмов по характеру их структуры, состава и вещественно-энергетического круговорота. Неблагополучное положение усугубляется еще и тем, что в основной хорологической дисциплине – географии (ландшафтоведении) – лишь относительно недавно начались теоретические дискуссии, имеющие целью выявление и точное определение элементарной географической единицы (элементарный географический ландшафт или фация). Соответственно на раннем этапе находится разработка принципов географического районирования и классификации территорий. Биохорологические дисциплины, имеющие дело с изменчивыми сложными и неясно отграниченными друг от друга природными комплексами, особенно нуждаются в тщательном теоретическом анализе материала, строгой формулировке основных понятий и определении основ для построения классификационных систем. Отсутствие в большинстве работ достаточно строгого теоретического анализа и терминологической согласованности, вызванных принадлежностью исследователей к разным научным школам, привело к крайнему разнообразию и неясности при определении понятий, терминов и принципов классификации.

5. На поверхности нашей планеты «живое вещество» (термин В.И. Вернадского) фактически всегда представлено в виде сложных сообществ из различных видов организмов (биоценозов), занимающих определенное пространство, на котором совершается характерный для данного сообщества по объему и составу вещественно-энергетический круговорот. Это пространство характеризуется комплексом физико-географических условий (в широком смысле слова, включающем климатические, гидрологические и почвенно-геохимические условия), с которыми организмы данного сообщества связаны сложными эдафическими, трофическими и адаптационными связями; такими же связями организмы сообщества связаны между собой (хищник – жертва, паразитизм, симбиоз, аллелопатия и т.д.). Сообщества организмов (биоценозы), занимающие определенное пространство, находятся в относительно устойчивом (на протяжении ряда поколений) состоянии, условно рассматриваемом нами как состояние динамического равновесия между компонентами этого сообщества. Это равновесие смещается или нарушается при изменении состава сообщества или каких-либо косных компонент среды. Флюктуирующие обратимые изменения состава и условий существования биоценозов ведут к кратковременным или более или менее длительным количественным колебаниям в биомассе и составе сообществ, а также волнам жизни отдельных видов, которые, однако, стремятся к возвращению и сохранению определенного модального равновесного состояния. Долговременные векторизованные или резкие катастрофические изменения состава сообществ или физико-географических условий нарушают равновесия и через сукцессии приводят к новому равновесному состоянию. Эти изменения лежат в основе эволюции биоценозов, направляемой естественным отбором по путям адаптации, усложнений или упрощений.

6. Населенная организмами поверхность Земли, определяемая В.И. Вернадским как биосфера, изучается с разных точек зрения естественноисторическими дисциплинами (ландшафтоведение, почвоведение, биогеография, биоценология, геохимия ландшафта и др.). Однако история этих дисциплин свидетельствует о довольно частой переоценке роли некоторых факторов и процессов в общей картине развития биосферы. Это определяет необходимость комплексного подхода не только к анализу всей биосферы Земли, но и к анализу ее элементарных структурных компонент. В соответствии с этим биосфера может быть подразделена на достаточно точно определяемые, элементарные пространственные единицы, которые, сохраняя свою комплексную природу, не поддаются дальнейшему подразделению в пределах разумных биохорологических понятий. Такие элементарные биохорологические единицы должны быть положены в основу теоретической формулировки понятий и определения принципов классификации в пределах всех биохорологических дисциплин. Исходя из этих элементарных единиц биосферы, различные дисциплины (география, биогеография, почвоведение, биоценология и др.) должны определить свои основные единицы и собственные принципы классификации этих единиц.

II. Общее учение о биосфере и биогеоценозы как основные ячейки биогеохимической работы

7. Во введении отмечалось, что в теоретических основах биохорологических дисциплин, включая определения основных понятий и терминологию, дело обстоит неблагоприятно; это резко снижает возможности сравнительных исследований и уменьшает количество положительной информации, которую можно было бы извлечь из огромного описательного материала. В то же время в нашей стране школами В.И. Вернадского, Л.С. Берга, В.Н. Сукачева, Б.Б. Польшова и Л.А. Зенкевича, в той или иной мере исходящими из научных идей выдающегося русского

естествоиспытателя В.В. Докучаева, на высоком теоретическом уровне закладываются основы строгого количественного изучения структуры биосферы Земли и протекающих в ней процессов. Эти исследования могут и должны быть положены в основу выделения элементарных биохорологических единиц и явлений и определения основных классификационных принципов в различных биохорологических дисциплинах.

8. В.И. Вернадский назвал биосферой ту оболочку Земли, в формировании структуры, состава и энергетики которой организмы играли и играют основную роль. Заложив основу количественной оценки огромной роли живых организмов в энергетике и геохимии Земли, В.И. Вернадский создал общее учение о биосфере (1926). В биосферу В.И. Вернадский включает не только современную «живую пленку» Земли (для которой в отношении растительного покрова Е.М. Лавренко предложил термин «фитогeosфера»), но и всю ту часть верхних слоев литосферы, в образовании которых живые организмы играли ведущую роль, т.е. биогенные осадочные породы («области былых биосфер»), природные воды и атмосферу. Геолого-геохимическое изучение биосферы и ее районирование В.И. Вернадский выделил в особую дисциплину – биогеохимию; географическим аспектом геохимического районирования Земли является разработанное Б.Б. Польшовым, А.П. Виноградовым и А.И. Перельманом учение о геохимических ландшафтах и биогеохимических провинциях. В своей последней работе В.И. Вернадский указал, что в геохимическую работу биосферы и формирование лика Земли во все возрастающей степени включается человек с его хозяйственной деятельностью. Область преимущественного геолого-геохимического и географического влияния человека В.И. Вернадский назвал ноосферой.

9. В биосфере Земли жизнь всюду представлена более или менее сложными сообществами, состоящими из популяций различных видов живых организмов (биоценозами), населяющими определенные местообитания. В таких биоценозах входящие в их состав виды связаны друг с другом трофическими, химическими и эдафическими связями; такими же отношениями организмы биоценоза связаны с косными компонентами среды (климатом, гидрологическими условиями, почвой, химизмом среды и т.д.). В этих сложных комплексах живых и косных компонент первичными продуцентами органического вещества являются автотрофные организмы – зеленые растения (фотосинтетики) и хемосинтезирующие бактерии. В целом биосфера, являясь сплошной непрерывной оболочкой Земли, состоит из большого количества, в разной степени отличающихся друг от друга местообитаний и населяющих их биоценозов. Общая биогеохимическая работа биосферы (выражающаяся в открытом большом круговороте вещества и энергии), а также ее эволюция складываются из соответствующих круговоротов и эволюции большого числа различных, в известной степени дискретных, биохорологических участков.

10. Неоднородность биосферы Земли в биогеохимическом отношении является результатом сложнейших и разнообразных вещественно-энергетических круговоротов, протекающих в ней под влиянием живых организмов. В свою очередь, разнообразие вещественно-энергетических круговоротов обусловлено структурной неоднородностью биосферы, проявляющейся в существовании в природе вполне определенных дискретных структурных единиц биосферы – биогеоценозов, в той или иной мере отделенных друг от друга разного рода границами. Установление количественных характеристик вещественно-энергетических круговоротов в биогеоценозах позволит уяснить основные механизмы и направления их работы; это откроет широкие возможности по управлению работой биогеоценозов, синтезу новых и «ремонту» нарушенных биогеоценозов. Поэтому наряду с разработкой учения о биосфере и биогеохимии в недрах биологии шло становление новой самостоятельной естественноисторической дисциплины – биогеоценологии, конечная задача которой, по мнению ее создателя В.Н. Сукачева, состоит во вскрытии зако-

номерностей, управляющих процессами превращения вещества и энергии на конкретных участках биосферы – в биогеоценозах. Объект этой науки – биогеоценозы – представляют собой «совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий), имеющая свою особую специфику взаимодействия этих слагающих ее компонент и определенный тип обмена веществом и энергией их между собой и с другими явлениями природы и представляющая собой внутренне противоречивое диалектическое единство, находящееся в постоянном движении, развитии» [Сукачев, 1964]. Биогеоценологическая концепция наиболее точно и полно выражает основную естественнонаучную идею Докучаева о необходимости создания особой науки, призванной изучать «генетическую, вечную и всегда закономерную связь, какая существует между силами, телами и явлениями, между мертвой и живой природой, между растительным, животным и минеральным царствами» [Докучаев, 1898].

11. Таким образом, с точки зрения общего учения о биосфере и биогеоценологии можно с полной достоверностью утверждать, что сплошная живая пленка Земли (современная биосфера) распадается на в значительной степени дискретные единицы – биогеоценозы. Биогеоценозы – это структурные единицы («блоки»), из которых состоит биосфера и в которых протекают вещественно-энергетические круговороты, вызванные жизнедеятельностью организмов. Эти круговороты, частично связанные друг с другом, в сумме составляют большой биосферный круговорот. Поэтому на биосферном уровне возникает необходимость достаточно строгого и точного выделения и определения объективно существующих в природе элементарных биохорологических единиц, которые должны лежать в основе рассмотрения материала, подлежащего изучению во всех биохорологических дисциплинах.

III. Биогеоценоз как далее неделимая единица биосферы и его значение в различных биохорологических дисциплинах

12. Исходя из описанных в предыдущем разделе биогеоценологических подразделений биосферы, необходимо точнее и строже сформулировать понятие элементарной биохорологической единицы. Для этого прежде всего нужно установить вертикальные пределы биогеоценологического рассмотрения биосферы. За нижнюю границу как для практических, так и для теоретических целей совершенно достаточно принять нижнюю границу верхнего водоносного слоя (не верховодки, а постоянного уровня грунтовой воды); верхней границей следует считать нижние слои тропосферы, находящиеся в постоянном газообмене с почвой, растительным покровом и животным населением. В этих вертикальных пределах и надлежит, по нашему мнению, проводить горизонтальное подразделение биогеоценологической оболочки Земли.

13. В согласии с определением В.Н. Сукачева, общей элементарной биохорологической единицей можно считать «биогеоценоз». Биогеоценоз представляет собой участок территории (или акватории), через который не проходит ни одна установившаяся существенная биоценологическая, почвенно-геохимическая, геоморфологическая (раздельно учитывая границы векторов поверхностного и грунтового стоков) и микроклиматическая границы. По нашему мнению, такой биогеоценоз надлежит считать единственно теоретически достаточно обоснованной элементарной биохорологической единицей биосферы. В то же время он является далее неподразделимой единицей биогеохимической работы, протекающей в био-

сфере; при этом система «почва — биоценоз» определяет в основном характер биогенного вещественно-энергетического круговорота; рельеф и климат существенно влияют на протекание этого круговорота, а векторы стока (и, естественно, движение воздушных масс в нижнем слое тропосферы) являются факторами, осуществляющими и регулируемыми входные и выходные связи между соседними биогеоценозами. Кроме того, в почве и грунте происходит первичное захоронение и длительная переработка части веществ, выходящих из биологического круговорота или вносимых извне в конкретный биогеоценоз и не выносимых стоком за его пределы.

14. Сформулированное выше определение биогеоценоза удовлетворяет требованиям, предъявляемым к элементарной ячейке биогеохимической работы в биосфере. Действительно, любая часть такого биогеоценоза (его многочисленные компоненты, синусии биоценологов или парцеллы, в определении Н.В. Дылиса, и т.п.) не будет представлять собой полноценной единицы биогеохимической работы в биосфере, будучи связанной с другими частями того же биогеоценоза общностью вектора стока и, тем самым, общностью входных и выходных связей с соседними биогеоценозами. С другой стороны, более крупные участки биосферы естественно подразделяются на единицы того типа, который соответствует приведенной в предыдущем параграфе формулировке биогеоценоза. Мы отдаем себе отчет в том, что установление биогеоценоза далеко не всегда легко провести в полевых условиях; это вполне естественно и касается практического разграничения любых единиц в варьирующих комплексных объектах изучаемого нами внешнего мира. Это, однако, ни в коей мере не ограничивает теоретического значения строгой формулировки элементарной биохорологической единицы. Несмотря на практические трудности выделения в природе биогеоценозов, все биохорологические дисциплины должны как в своей описательной или аналитической работе, так и особенно в теоретических интерпретациях, формулировке основных понятий и построении систем классификации своих объектов исходить из понятия биогеоценоза как элементарной структурной единицы биосферы или любого ее участка, являющегося предметом исследования соответствующих дисциплин. Предварительная наметка границ биогеоценоза, необходимая для дальнейшего комплексного их определения и изучения, может быть произведена в согласии с высказываниями В.Н. Сукачева, путем установления природных фитоценологических границ. При этом, однако, биогеоценоз вовсе не должен быть основной структурной единицей любой из биохорологических дисциплин. Хотя элементарным подразделением биосферы является биогеоценоз, каждая биохорологическая дисциплина может и должна формулировать и вычленять свои основные структурные единицы в связи со своим специфическим содержанием, задачей и методами.

15. Выделение в разных участках биосферы возможно большего числа биогеоценозов, а также детальное изучение их со структурной, функциональной и динамической точек зрения представляет основную задачу биогеоценологии. Кроме того, биогеоценология должна строить свою систему классификации, объединяя в категории более высокого ранга биогеоценозы по основному характеру их биогеохимической работы. Система классификации в биогеоценологии, по-видимому, должна быть в основном топологической, включая чисто хорологические единицы невысокого ранга лишь в случаях биогеохимической близости пространственно смежных биогеоценозов. Такой же типологической должна быть и классификационная система в биоценологии. Имеющие в основном практическое значение классификации различных промысловых угодий (типологии лесов, лугов, болот, различных охотничьих и промысловых угодий и т. п.) должны, по-видимому, строиться на смешанной типологически-хорологической основе. В географии районирование и классификация территории должны, естественно, проводиться на чисто хорологической основе, по принципу пространственной смежности объе-

диняемых в определенную категорию территорий. Основной единицей географии (элементарный ландшафт или фация) в большинстве случаев является территория, превышающая биогеоценоз и объединяющая на основании географо-ландшафтологических соображений ряд пространственно-смежных биогеоценозов. На различия между био-геоценологией и географией, а в связи с этим и их системами классификации неоднократно указывал В.Н. Сукачев. Однако и географам-ландшафтоведам при их описаниях и районировании территории и классификациях ландшафтов не следует забывать об основных элементарных подразделениях биосферы — биогеоценозах. В основном по хорологическому принципу должно производиться районирование территорий и классификация в учениях о геохимических ландшафтах и биогеохимических провинциях, а также в любых возможных географических (гидрографических, климатологических, и т.п.) районированиях территорий.

16. Особенно сложной, хотя на первый взгляд наиболее разработанной и устоявшейся является классификация биогеографических единиц. Большинство биогеографов считает биогеографию чисто географической дисциплиной, задача которой заключается в пространственном районировании Земли, производимом по признаку населяющих ее фаун и флор. Значительное осложнение вносится, однако, тем, что на характер населяющих определенные пространства фаун и флор влияют принципиально разные условия; с одной стороны, — это современные физико-географические и биоценологические условия, а с другой — геологическая история территории, происхождение, возраст и историческое расселение различных типов фаунистических и флористических комплексов. Возможно, что будущее развитие биогеографических систем пойдет по пути комбинирования различных классификационных принципов: биогеоценологических, географических и генетической типологии фауны и флоры. Высшие единицы (области) будут в основном определяться геологической историей соответствующих материков и океанов. Далее при характеристике и подразделениях областей должен получить особое развитие выдвинутый П.П. Сушкиным, А.И. Толмачевым и в особенности Б.К. Штегманом принцип генетических типов фаун и флор, расселяющихся из определенных очагов происхождения (исторического формирования) и комбинирующихся друг с другом по-разному на различных территориях внутри области; часто (но не всегда!) основные территории, населяемые определенными типами фаун и флор, будут совпадать с наиболее крупными современными географическими подразделениями (ландшафтными зонами), а дальнейшее более дробное (и всегда в известной степени формальное) подразделение области будет производиться по смешанному принципу применения средних географических категорий и статистического метода С. Экмана; низшими единицами биогеографии будут биогеоценозы; они, несомненно, представляют элементарные ячейки, в которых мозаично комбинируются элементы разных типов фаун и флор на определенной большой территории. Биогеоценологические условия являются также элементарной основой изменения и эволюции биоценозов и тем самым формирования исходных очагов для возможного исторического развития новых или изменения ранее сложившихся типов фаун и флор.

17. Из сказанного следует, что в сложном комплексе биосферы Земли элементарной, далее неделимой биохорологической единицей является биогеоценоз. Из него следует исходить и на нем строить основные единицы низших категорий во всех биохорологических и ландшафтологических дисциплинах; однако в разных дисциплинах основные единицы могут не совпадать с биогеоценозом, а представлять собой ту или иную совокупность территориально смежных и объединенных по какому-либо признаку или свойству (в зависимости от специальных задач соответствующей дисциплины) биогеоценозов. Классификационные системы в различных дисциплинах должны строиться по-разному, исходя из типологического,

или хронологического принципов, либо из комбинации того и другого; при этом построение систем должно сопровождаться сравнительным анализом материала и классификационных принципов ряда смежных биохронологических и ландшафтологических дисциплин. Необходимо подчеркнуть, что в нашу задачу не входит разработка классификационной системы в какой-либо из биохронологических дисциплин; мы попытались лишь определить наиболее дробную элементарную единицу в биосфере Земли, общую для материала, подлежащего исследованию разными биохронологическими и ландшафтологическими дисциплинами.

IV. О пространственных и временных взаимосвязях и цикличности в биогеохимической работе биогеоценозов

Мы приведем еще несколько общих соображений относительно некоторых существенных черт во временных и пространственных явлениях, связанных со структурой, работой и взаимосвязями биогеоценозов.

18. Биогеохимическая работа биогеоценоза, естественно, совершается в конкретных временных границах, часть из которых имеет циклический, а часть — ациклический характер. Временные аспекты работы биогеоценоза должны рассматриваться в тесной связи с временными аспектами работы целого (биосферы); известно, что биогеохимическая работа биосферы осуществляется под контролем ряда планетарных и космических явлений, имеющих циклический характер (суточный, годовой, многолетний циклы). В то же время часть биогеохимических эффектов работы биогеоценоза имеет ациклический характер (сукцессии), обусловленный внутренней структурой биогеоценоза и комплексом местных физико-географических условий, включающем как современные, так и исторические моменты формирования и работы конкретного биогеоценоза. Конечный биогеохимический эффект работы биогеоценоза складывается из сложной совокупности частных биогеохимических эффектов, возникших в процессе развития биогеоценозов в разных временных (циклических и ациклических) аспектах. Временные аспекты работы биогеоценоза существенно влияют на интенсивность биологического круговорота веществ, последовательность включения отдельных компонент в рабочий цикл биогеоценоза объем веществ и миграционные циклы, степень давления биоценоза на изменение косных компонент биогеоценоза и т.п. Для примера сошлемся на кардинальные различия биогеохимической работы вечнозеленых лесов тропиков и дубрав умеренной зоны, развивающихся в резко отличных гидротермических условиях в годовом цикле (сезонность).

Мы считаем, что временной аспект биогеохимической работы биогеоценоза должен оцениваться как важнейший классификационный критерий. Накопление фактического материала о характере циклических и ациклических явлений в работе биогеоценозов позволит в дальнейшем создать стройную классификацию биогеоценозов, отвечающую уровню и требованиям современной науки.

19. Исходя из определения биогеоценоза как основной биохронологической единицы биосферы, специальному рассмотрению подлежат пространственные связи между компонентами биогеоценоза и между соседними биогеоценозами.

Пространство, занимаемое биогеоценозом, неоднородно по своей физической природе — оно состоит из твердой (грунт), газовой (атмосфера) и жидкой (почвенные и атмосферные воды) фаз. Вещества, находящиеся в разных фазах, тесно взаимосвязаны и контролируются работой биоценоза. Существенной чертой пространства биогеоценоза является ярусность различных компонент, слагающих биогеоценоз. В пространственном аспекте вещественно-энергетический круговорот биогеоценоза складывается в основном из частных круговоротов отдельных яру-

сов, т.е. вещества и энергии в системе «почва – растение». Не менее существенной, хотя и недостаточно изученной является горизонтальная составляющая вещественно-энергетического круговорота в биогеоценозе. Сюда относятся процессы горизонтального роста кроны и корневых систем растений, миграция веществ по корневым системам и почве, внутрпочвенный сток (верховодка) в пределах биогеоценоза и другие явления (аллелопатия, миграция почвенных животных и т.п.). Несмотря на то, что биогеоценоз имеет входы и выходы вещества и энергии, т.е. представляет собой незамкнутую систему, можно говорить об относительной стабильности во времени вещественно-энергетического круговорота в конкретных биогеоценозах. Важной чертой биогеоценоза являются его размеры, форма и характер выраженности его границ. Размеры биогеоценоза варьируют в широких пределах – от нескольких десятков и сотен квадратных метров до нескольких квадратных километров, что зависит от степени однородности физико-географической, почвенно-геохимической, климатической и гидрологической обстановки и биоценологических комплексов. Соответственно варьирует конфигурация границ биогеоценоза, а также его вертикальная мощность (от нескольких сантиметров на скальных породах до нескольких десятков и даже сотен метров в лесной зоне).

Пространственные границы биогеоценозов бывают резкими или постепенными, их выраженность может усиливаться или ослабляться в процессе биогеохимической работы двух смежных биогеоценозов, при этом формируются местные рубежи, экраны и барьеры, снижающие выход вещества за пределы биогеоценоза (иллювиальные горизонты почв, ландшафтно-геохимические барьеры). В то же время в процессе развития биогеоценозов бывают случаи размазывания ранее сложившихся границ, сопровождающиеся постепенным взаимопроникновением компонент соседних биогеоценозов. Анализ причин и характера формирования границ биогеоценозов представляет, по нашему мнению, одну из важных задач сравнительно-биогеоценологических исследований, ибо выявление границ биогеоценозов в полевых условиях нередко сильно затруднено.

20. Биогеоценоз представляет собой незамкнутую систему, характеризующуюся стабильностью своей структуры во времени и пространстве, и в то же время имеющую вещественно-энергетические входы и выходы, связывающие между собой смежные биогеоценозы в цепи, объединяемые стоком в широком смысле этого понятия. Обмен веществ между биогеоценозами осуществляется в газообразной, жидкой и твердой фазах, а также в своеобразной форме живого вещества (миграции растений и животных, динамика их популяций и т.д.). В настоящее время накапливается значительный материал о качественной и количественной характеристике миграции веществ в сериях смежных биогеоценозов. Этому в немалой степени способствовали работы Б.Б. Польшова, А.И. Перельмана и В.А. Ковды о геохимических провинциях и ландшафтах, Н.П. Ремезова, А.А. Молчанова, Н.И. Базилевич, Л.Е. Родина, Т.А. Работнова и других авторов о биологическом круговороте веществ в лесах, степях, пустынях и на лугах. С биогеохимической точки зрения, миграции веществ в цепях биогеоценозов могут рассматриваться как серия сопряженных процессов рассеивания и концентрирования веществ в растениях, почвах, водах, грунтах и атмосфере. Круговорот химических элементов в различных биогеоценозах неодинаков; лишь небольшая часть (от 0,1 до 0,01%) ежегодно вовлекаемых в круговорот веществ выносятся со стоком в соседние биогеоценозы, причем в минимальных количествах выносятся биофильные элементы (калий, фосфор, азот). Разнообразие биогеоценозов отражается на составе стока. Так, например, воды ручьев, бассейны которых лежат в пределах только дубовых, осиновых и сосновых лесов, резко отличаются друг от друга по составу стока (наблюдения Н.П. Ремезова). Не менее ярко выражены различия в работе биогеоценозов в газовом режиме, влажности почв, в численности и миграции животных и т.д.

Несмотря на сравнительно прочное удерживание химических элементов в биогеоценозе, часть их все же поступает в почвенно-грунтовые воды, которые движутся от водоразделов к долинам рек. На этом пути воды проходят через серию сопряженных по стоку биогеоценозов и, как правило, на их границах происходят значительные изменения в составе стока, приводя к становлению первого ландшафтно-геохимического (биогеоценологического) барьера. Особенно ярко это проявляется в полесьях на контакте песчаных борových грив (дюн) и межгривных заболоченных западин. Значение биогеоценологического (первого ландшафтно-геохимического) барьера в общем биосферном круговороте веществ огромно. «Паутина» этого барьера представляет собой основную преграду веществам, выходящим за пределы биогеоценозов. Общая схема распределения ландшафтно-геохимических барьеров рассмотрена одним из нас в специальной работе [Тюрюканов, 1964], а физико-химические, физические и иные механизмы формирования барьеров объяснены в монографии А.И. Перельмана (1961).

Изложенные выше соображения об обмене веществ между биогеоценозами весьма кратки и неполны, но они достаточны для уяснения одной из главных задач биогеоценологии. Предпринятые по инициативе и под руководством В.Н. Сукачева комплексные биогеоценологические исследования в разных природных зонах призваны умножить наши знания о биогеохимической работе биогеоценозов и типах обмена веществом и энергией между ними.

Заключение

21. Мы рассмотрели некоторые общие вопросы, касающиеся биохорологического подразделения биосферы Земли, специально остановившись на значении элементарной единицы биосферы – биогеоценоза. Сформулировав понятие биогеоценоза как участка земной поверхности, через который не проходит ни одной установимой существенной границы его компонент (почвы, фитоценоза, стока и т.д.), мы тем самым определили объект через его границы. Этот апробированный в топологии прием является достаточно строгим и надежным. Биогеоценология по своим задачам и методам охватывает большой круг вопросов, в том числе проблемы геохимии и геофизики ландшафта. Поэтому одна из задач ближайшего будущего состоит в согласовании понятий, терминов и систем классификации в этих дисциплинах. Нам кажется, что такое согласование может быть успешным, если в этой научно-координационной работе исходить из предложенного выше определения понятия биогеоценоза. Пути подхода к такой работе могут быть различными, в качестве примера приведем следующее рассуждение.

Учение о геохимии ландшафтов [Полынов, 1964; Перельман, 1961] рассматривает цепи сопряженных по стоку элементарных ландшафтов от водоразделов к долинам рек как один геохимический ландшафт. Это совершенно справедливо, если под элементарным ландшафтом понимать биогеоценоз в том определении, которое приведено нами выше. И действительно, между определением понятия элементарный ландшафт, по Б.Б. Полынову, и нашим определением биогеоценоза много общего. Разница в том, что главным критерием элементарного ландшафта Б.Б. Полынов считал однородность почвы, а мы, принимая биогеоценоз как основную структурную единицу биосферы, считаем все компоненты и границы в биогеоценозе равнозначными, и именно эта равнозначность является основным критерием выделения биогеоценозов в природе. Разница в подходе к выделению элементарных единиц вызвана тем, что Б.Б. Полынов в геохимическом ландшафте склонен был видеть решение проблемы географического ландшафта, т.е. рассматривал эту проблему как географическую, мы же, вслед за В.Н. Сукачевым, рассматриваем биогеоценологию как самостоятельную естествен-

но-историческую дисциплину о строении, свойствах и работе биогеоценозов, являющихся, по нашему мнению, «молекулами» биосферы Земли. Понятие элементарного ландшафта должно формулироваться с чисто географо-хорологической точки зрения и будет, как упоминалось выше, в большинстве случаев объединять группы пространственно смежных биогеоценозов. Общность многих идей в различных смежных дисциплинах позволяет надеяться, что в ближайшее время будет преодолена терминологическая несогласованность между различными исследователями и школами.

22. В основу объединения точек зрения, развиваемых разными биохорологическими дисциплинами и школами, должна лечь классическая традиция отечественной науки, которая, начиная от Докучаева и до наших дней, состояла в стремлении познать явления и процессы на Земле в их сложном взаимодействии и развитии. Эта традиция нашла отражение в трудах Вернадского, Морозова, Полынова и Сукачева, видевших в «живом веществе» активный и могучий фактор преобразования лика Земли, а в биосфере — сложный планетарный механизм, через который осуществляется основной обмен веществом и энергией с космосом. Мы глубоко верим, что биогеоценология в ближайшем будущем станет важнейшей дисциплиной современного естествознания, дисциплиной, впитавшей лучшие традиции нашей науки и призванной быть теоретической основой изучения биологических производительных сил Земли, их рационального использования, охраны, ремонта и воспроизводства биологических ресурсов планеты.

Литература

1. Арманд Д.Л. Принципы физико-географического районирования // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1952. №1.
2. Александрова В.Д. Растительное сообщество в свете некоторых идей кибернетики // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1961. Т. LXVI. Вып. 3.
3. Александрова В.Д. Проблема развития в геоботанике // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1962. Т. LXVII. Вып. 2.
4. Беклемишев В.Н. Основные понятия биоценологии в приложении к животным компонентам наземных сообществ // Тр. защиты растений. 1931. Т. 1. Вып. 2.
5. Беклемишев В.Н. О классификации биоценологических (симфизиологических) связей // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1951. Т. LVI. Вып. 5.
6. Берг Л.С. Фации, географические аспекты и географические зоны // Изв. ВГО». 1945. Т. 77.
7. Берг Л.С. Географические зоны Советского Союза. — М.: Изд-во АН СССР, 1947.
8. Вернадский В.И. Биосфера. — Л., 1926.
9. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии, Ч. I. Значение биогеохимии, для изучения биосферы. — Л.: Изд-во АН СССР, 1934.
10. Вернадский В.И. Биогеохимические очерки. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1940.
11. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // Успехи соврем. биологии. 1944. Т. 18. Вып. 2.
12. Виноградов А.П. Биогеохимические провинции // Тр. юбил. сессии В.В. Докучаева. — М.: Изд-во АН СССР. 1946.
13. Гаузе Г.Ф. О некоторых основных проблемах биоценологии // Зоол. журн. 1936. Т. 15.
14. Гаузе Г.Ф. Некоторые проблемы химической биоценологии // Успехи соврем. биологии». 1944. Т. 17. Вып. 2.
15. Гиляров М.С. Проблемы современной экологии и теория естественного отбора // Успехи соврем. биологии. 1959. Т. 48. Вып. 3 (6).

16. Григорьев А.А. О некоторых взаимоотношениях основных элементов физико-географической среды и их эволюции // Проблемы физич. геогр. 1946. Вып. 3.
17. Григорьев А.А. Основы теории физико-географического процесса // Тр. 2-го Всес. геогр. съезда. 1948.
18. Докучаев В.В. Учение о зонах природы; изд. 2. — М.: Географгиз, 1948.
19. Зенкевич Л.А. Фауна и биологическая продуктивность моря. Ч. I и II. — М.: Советская наука, 1947—1951.
20. Зонн С.В. Состояние и задачи исследований по вопросу о взаимоотношениях между лесом и почвой // Тр. Ин-та леса. — М.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 23.
21. Исаченко А.Г. Основные вопросы физической географии. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1963.
22. Ковда В.А. Происхождение и режим засоленных почв. Т. 1—2. — М.: Изд-во АН СССР, 1953.
23. Лавренко Е.М. О фитогеосфере // Вопр. геогр. 1949. Вып. 15.
24. Лавренко Е.М. Учение В.Н. Сукачева о биогеоценозе // Сообщ. лаб. лесоведения АН СССР. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. Вып. 6.
25. Лавренко Е.М., Андреев В.Н., Леонтьев В.Л. Профиль продуктивности наземной части природного растительного покрова СССР // Бот. журн. 1955. Т. 40. №3.
26. Ляпунов А.А. О некоторых общих вопросах кибернетики // Проблемы кибернетики. 1958. Вып.1.
27. Мильков Ф.Н. О понятии физико-географического ландшафта и системе ландшафтных единиц // Изв. Оренбургск. отд. ВГО. 1948. Вып. 2.
28. Молчанов А.А. Экспериментальное комплексное (биогеоценотическое) изучение широколиственных лесов как научная основа лесохозяйственных мероприятий // Биогеоценотические исследования в дубравах лесостепной зоны. — М.: Изд-во АН СССР, 1963.
29. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. Изд. 6. — М.: Сельхозгиз, 1931.
30. Муравейский С.Д. Роль географических факторов в формировании географических комплексов // Вопр. географии. 1948. Вып. 9.
31. Основы лесной биогеоценологии / Под ред. В.Н. Сукачева и Н.В. Дылиса. Наука, 1964.
32. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. — М.: Географгиз, 1961.
33. Польшов Б.Б. Геохимические ландшафты // Вопросы минералогии, геохимии и петрографии. — М.: Изд-во АН СССР. 1946.
34. Польшов Б.Б. Учение о ландшафтах // Вопр. географии. 1953. Вып. 33.
35. Раменский Л.Г. О принципиальных установках, основных понятиях и терминах производственной типологии земель, геоботаники и экологии // Сов. ботаника. 1935. Вып.4.
36. Раменский Л.Г. Введение в комплексное, почвенное и геоботаническое изучение земель. — М.: Сельхозгиз, 1938.
37. Ремезов Н.П. Роль биологического круговорота элементов в почвообразовании под пологом леса // Почвоведение. 1956. №7.
38. Ремезов Н.П., Быкова. Л.Н., Смирнова К.М. Потребление и круговорот азота и зольных элементов в лесах европейской части СССР. — М.: Изд-во МГУ, 1959.
39. Ремезов Н.П., Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению биологического круговорота зольных веществ и азота наземных растительных сообществ в основных природных зонах умерен. пояса // Бот. журн. 1963. №6.
40. Роде А.А. Почвенная влага. — М.: Изд-во АН СССР, 1952.
41. Семенов-Тянь-Шанский М.Д. Опыт определения таксономических единиц в географии // Землеведение. 1936. Т. 38.

42. Солнцев Н.А. Природный географический ландшафт и некоторые его общие закономерности // Тр. II Всес. геогр. съезда. 1948. Вып. 1.
43. Солнцев Н.А. О взаимоотношениях «живой» и «мертвой» природы // Вести. Моск. ун-та. Сер. геогр. 1960. №6.
44. Сочава В.Б. Ландшафт и фитоценоз // Рефераты научно-исслед. работ за 1945 г. по отд. биол. наук АН СССР. — М.: Изд-во АН СССР, 1947.
45. Сочава В.Б. Классификация растительности и типологий физико-географических фаций // Мат-лы по классификации растительности Урала. Изд-во Уральск. фил. АН СССР, 1969.
46. Сочава В.Б. Вопросы классификации растительности, типологии физико-географических фаций и биогеоценозов // Труды Ин-та биол. Уральск. фил. АН СССР». Вып. 27. Вопросы классификации растительности. — Свердловск, 1961.
47. Сукачев В.Н. Фитоценология, биогеоценология и география // Тр. Второго Всес. геогр. съезда» — М.: Географгиз, 1948. Вып. 1.
48. Сукачев В. Н. О соотношении понятий «географический ландшафт» и «биогеоценоз» // Вопр. географии. 1949. Сб. 16.
49. Сукачев В.Н. Некоторые общие теоретические вопросы фитоценологии // Вопросы ботаники. 1954. Т. I. Изд. к VIII Международному бот. конгрессу в Париже.
50. Сукачев В.Н. О лесной биогеоценологии и ее основных задачах // Бот. журн. 1955. Т. 40. №3.
51. Сукачев В.Н. Соотношение понятий биогеоценоз, экосистема и фация // Почвоведение. 1960. №6.
52. Сукачев В.Н. О лесных комплексных биогеоценологических исследованиях // Тр. Лаб. лесоведения. 1961. Т. 2. Вып. 1.
53. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. — М.: Изд-во АН СССР, 1961.
54. Тимофеев-Ресовский Н.В. Микроэволюция. Элементарные явления, материал и факторы микроэволюционного процесса // Бот. журн. 1958. Т. 43. №3.
55. Тимофеев-Ресовский Н.В. О некоторых принципах классификации биохорологических единиц // Тр. Ин-та биол. Вып. 27. Вопросы классификации растительности. — Свердловск, 1961.
56. Тимофеев-Ресовский И.В. Некоторые проблемы радиационной биогеоценологии // Проблемы кибернетики. 1964. Вып. 12.
57. Титов И.А. Взаимодействие растительных сообществ и условий среды. — М.: Советская наука, 1952.
58. Толмачев А.И. К истории возникновения и развития темнохвойной тайги. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1954.
59. Тюрюканов А.Н. Ландшафтно-геохимические барьеры и их роль в миграции химических элементов в географической оболочке Земли // Изв. ВГО. 1964. Т. 96. №4.
60. Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции. — М.: Изд-во АН СССР, 1946.
61. Шмальгаузен И.И. Основы эволюционного прогресса в свете кибернетики // Проблемы кибернетики. 1960. Вып. 4.
62. Шмальгаузен И.И. Интеграция биологических систем и их саморегуляция // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1961. Т. XVI. вып. 5.
63. Штегман Б.К. О происхождении орнитофауны тайги. ДАН СССР, 1931. Т. 12. №3.
64. Штегман Б.К. Основы орнитогеографического деления Палеарктики // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1937. №4.
64. Штегман Б.К. 1938. Основные принципы орнитогеографического деления Палеарктики // Фауна СССР. Птицы. Т. I. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1937.
65. Яблонский С. В. Основные понятия кибернетики // Проблемы кибернетики». 1959. Вып. 2.

БИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ И ПОЧВОВЕДЕНИЕ¹

Введение

1. В последние годы одна из важнейших дисциплин естествознания – почвоведение – переживает определенный кризис. Объясняется это тем, что в значительной мере эта наука утратила связь с общими естественно-историческими представлениями, характерными для русского почвоведения конца XIX – начала XX вв. По нашему мнению, в современном кризисе этой науки существенную роль играет утрированный и обычно неправильно понимаемый утилитаризм, мелкая «практическая повседневность», неизбежно ведущая к потере больших проблем. В то же время сейчас во всем мире в центре внимания стоит большая, имеющая капитальное практическое значение для человечества, проблема производительности и продуктивности биосферы Земли в целом. Для нахождения правильных путей решения этой проблемы особое значение приобретает почти вековая традиция русского естествознания, впервые выраженная В.В. Докучаевым в «Учении о зонах природы» в конце XIX в., развитое во второй четверти нашего века в общее учение о биосфере [Вернадский, 1926; 1940; 1944; 1965], а в настоящее время представленное разработанной В. Н. Сукачевым биогеоценологией [Сукачев, 1948; 1949; 1954; 1955; 1960; 1961; 1964]. Биогеоценология завершает основной период создания теоретических предпосылок для разумной охраны, использования и резкого повышения биологической производительности Земли и нормального протекания разнообразных природных процессов в биосфере, являющейся не только средой жизни человека, но и необходимой оболочкой Земли как «живой планеты». С позиции этой замечательной серии русских естественноисторических работ мы считаем необходимым кратко рассмотреть ряд важнейших проблем почвоведения и попытаться установить его неизбежные связи с биогеоценологией, а через нее – с общим учением о биосфере Земли.

2. Возникновение генетического почвоведения, с одной стороны, завершило длительный период накопления фактов в различных областях описательного естествознания, а с другой – подвело итог многовековому опыту земледелия, которое развивалось стихийно, не отличалось стабильностью и было лишено серьезной научной основы. Агрικультурхимия в XIX в. лишь частично способствовала подъему сельского хозяйства и потому не стала его теоретической базой. Многообразие и разнокачественность факторов, определяющих свойства почв, в особенности их плодородие, ставило в тупик многих ученых, которые рассматривали почвы и почвообразование с геологической точки зрения. В конце XIX в.

¹ Статья опубликована в соавторстве с Н.В. Тимофеевым-Ресовским в «Бюллетене Московского общества испытателей природы (МОИП). Отд. биол. 1967. Т. LXXII(2). – С. 106–117».

в связи с сильными засухами, особенно в 1891 г., научные круги были вынуждены осмыслить обширную область природных и практических фактов и приступить к их обобщению не с неоправдавшей себя утилитарной, а с естественнонаучной точки зрения, которая к тому времени благодаря работам Ломоносова, Ляйеля, Гумбольдта, Семенова-Тян-Шанского и Дарвина легла в основу познания природных явлений на поверхности Земли. Ведущие научные центры России – Вольное экономическое общество и Петербургский университет – создали экспедицию для анализа причин засух и различного плодородия почв, которую возглавил Докучаев. Его монографии «Русский чернозем» и «Наши степи прежде и теперь», а также труды возглавлявших их Нижегородской, Полтавской и Лесного департамента экспедиций [Докучаев, 1883; 1893] – образец комплексного естественноисторического подхода и объективного анализа причин современного состояния конкретных территорий и почв, а также рациональной разработки мер по подъему уровня сельского хозяйства. Эти работы легли в основу генетического почвоведения. По своей сути почвоведение в понимании Докучаева – наука синтетическая, изучающая сложное самобытное природное образование – почву или педосферу. Почва или педосфера возникла на стыке трех «косных» оболочек планеты – литосферы, гидросферы и атмосферы под воздействием живых организмов, активно преобразующих вещество «косных» оболочек. В этом смысле почва как природный объект рассматривалась Докучаевым как фокус, в котором сконцентрированы результаты множества процессов, происходящих на поверхности Земли, а почвоведение – как центральная дисциплина естествознания. Будучи выдающимся естествоиспытателем, Докучаев понимал, что на поверхности Земли осуществляются процессы синтеза сложных природных биокосных объектов – почв, илов, торфа и т.д., но как геолог по профессии, он считал, что сфера действия этих процессов ограничивается только верхним горизонтом земной коры. Обоснование Докучаевым учения о факторах почвообразования (климат, материнская горная порода, рельеф местности, растительный и животный мир, возраст территории) и почве как функции взаимодействия этих факторов предопределило создание специального научного метода генетического почвоведения – метода комплексного анализа почвообразования, что означает необходимость исследования происхождения, состава и свойств почв обязательно на фоне исторического развития той местности, где распространены эти почвы.

В 1898 г. Докучаев опубликовал работу «К учению о зонах природы», в которой, как бы подводя итог естествознанию XIX в. и многолетним своим наблюдениям, показал, что сложные взаимоотношения между климатом, горными породами, растениями, животными и человеком в условиях конкретного пространства (рельеф) и времени (возраст страны) приводят к возникновению строго определенных природных зон на поверхности Земли. Открытие природных зон вызвало новый подъем в естествознании. С этого времени стали пристальнее изучать в природе не отдельные предметы и явления, а их взаимодействие и развитие в конкретных условиях. Этому в немалой степени способствовала обширная научная школа, созданная Докучаевым в России. Общеизвестно, что создание им генетического почвоведения и учения о зонах природы явилось выдающимся событием в естествознании конца XIX в.

3. Развивая идеи Докучаева, его ученик В.И. Вернадский создал общее учение о биосфере, в котором показал, что специфическая черта Земли как планеты – существование на ней биосферы. Совокупность живых организмов (живое вещество, по Вернадскому) в большой мере определяет основные черты геохимии и энергетики Земли. Почву, как природное образование с высокой интенсивностью биогенных процессов, Вернадский относил к объектам «сгущения жизни». Подобно Докучаеву, он отчетливо понимал значение почвы как фокуса сложнейших

природных процессов, но он пошел дальше своего учителя, оценив роль биогенных процессов не только как неповторимое, чисто земное явление, а как явление космическое и общее для других, еще не изученных планетных систем. Если Докучаев оценил сложность и взаимообусловленность природных процессов, происходящих только в верхнем слое земной коры, и только с качественной стороны, то Вернадскому принадлежит заслуга в применении количественной оценки различных процессов, вызываемых живым веществом во всех поверхностных физических оболочках Земли (атмосфера, гидросфера, литосфера). На базе приближенной количественной оценки различных природных процессов Вернадский пришел к выводу о ведущей роли биогенных процессов в формировании горных пород, почв, природных вод и атмосферы и на основании общности поверхностных физических оболочек Земли как сфер населенных или населявшихся в прошлом организмами стал рассматривать их как биосферу. Учение о биосфере Вернадского – это логическое развитие идей Докучаева и выдающееся достижение научной мысли первой половины XX в.

4. За последнюю четверть века в биологии, в основном исходя из общего учения о сообществах живых организмов, сформировалась новая естественноисторическая дисциплина – биогеоценология. По признанию создателя этой науки – Сукачева, биогеоценология по своей сущности отвечает основным идеям и методам, которые вкладывал Докучаев в понятие генетического почвоведения, а Вернадский – общего учения о биосфере. Вернадский и Сукачев, формулируя основы общего учения о биосфере и биогеоценологии исходили из основного постулата Докучаева о необходимости создания особой естественноисторической дисциплины, изучающей «ту генетическую, вековечную и всегда закономерную связь, которая существует между силами, телами и явлениями, между мертвой и живой природой, между растительным, животным и минеральным царствами, с одной стороны, человеком, с другой... именно эти соотношения, эти закономерные взаимодействия и составляют лучшую и высшую прелесть естествознания».

Биогеоценология изучает основные механизмы и закономерности круговорота вещества и энергии в биогеоценозах. Биогеоценозы представляют собой участки земной поверхности, населенные определенными сообществами микроорганизмов, растений и животных, развивающихся и функционирующих в условиях однородной почвенной, микроклиматической, гидрологической и геохимической обстановки. Биогеоценоз как комплексная целостная структурная единица биосферы включает в себя сообщества живых организмов, приземные слои тропосферы, почву, подпочву и почвенно-грунтовые воды.

Общие теоретические соображения, экспериментальные исследования и математическое моделирование процессов, происходящих в биогеоценозах, убеждают в том, что биогеоценоз (а не биоценоз и почва, рассматриваемые порознь) есть объективно существующая, логически объяснимая и далее неделимая комплексная, целостная элементарная структурная единица биосферы, находящаяся в длительном стационарном состоянии, условно определяемом как динамическое равновесие. Биогеоценозы – это элементарные ячейки биогеохимической деятельности в биосфере [Сукачев, 1948; 1949; 1955; 1960 и др.; Александрова, 1961; 1962; Тимофеев-Ресовский и Тюрюканов, 1966]. В этом плане почва – это составная часть биогеоценоза, а генетическое почвоведение – составная часть биогеоценологии и общего учения о биосфере. При этом важно подчеркнуть, что биогеоценология, зародившись в недрах биологии, является не биологической, а самостоятельной естественноисторической дисциплиной в том смысле (и в еще большей степени), который Докучаев вкладывал в понятие генетического почвоведения. Создание Сукачевым биогеоценологии – выдающееся достижение естествознания нашего времени.

Биогеоценология и почвоведение

5. Биогеоценологию и почвоведение объединяет как общность объектов и методов исследования, так и история этих наук, восходящая ко времени работ докучаевской экспедиции, когда в южнорусских степях были заложены опытные участки для комплексного анализа условий произрастания леса в степях. Тогда же Г.Ф. Морозовым и Г.Н. Высоцким были выполнены методические исследования и наблюдения, носившие в значительной мере биогеоценологический характер. Развернувшись с тех пор стационарные исследования почвенных и биологических процессов на конкретных территориях в сильной степени способствовала познанию почвообразования, а стационарный метод исследования, наряду со сравнительно-географическим, стал основным методом почвенных исследований. Начиная с 40-х годов, почвоведы уделяли большое внимание исследованию биологического круговорота веществ в системе «почва – растения» [Ремезов, 1956; Ремезов и др., 1959; 1963; Зонн, 1954; Молчанов, 1963; 1965; Родина и Базилевич, 1965 и др.]. Таким образом, к моменту, когда Сукачев сформулировал биогеоценологическую концепцию, почвоведы выполнили большой объем работ по анализу круговорота вещества и энергии как в биогеоценозе в целом, так и в отдельных его звеньях. Это явилось хорошей основой для разработки главной научно-практической задачи биогеоценологии и почвоведения – проблемы производительности и продуктивности биосферы Земли и, в частности, конкретных биогеоценозов, проблемы, которая приобрела необычайную остроту в наше время в связи с ростом населения и необходимостью поднятия жизненного уровня всех народов нашей планеты. Эта проблема заставила ученых многих стран и международные организации (ЮНЕСКО, ФАО и др.) приступить к разработке и проведению международной биологической программы (по замыслу, аналогичной международному геофизическому году), основная задача которой как в теоретическом, так и прикладном отношении целиком совпадает с задачами и методами биогеоценологии.

Международная биологическая программа (МБП) – не только важная интернациональная акция ученых, исследующих проблему биопродуктивности Земли, но и проверка действительности теоретических достижений биогеоценологии, учения о биосфере и генетического почвоведения. Обсуждение МБП, проведенное в начале 1966 г. в Ленинграде, показало, что в нашей стране есть все предпосылки для успешного выполнения исследований по МБП в пределах Советского Союза.

6. Биогеоценология имеет определенный объект исследования (биогеоценозы) и свой метод исследования, который в отличие от многообразных аналитических методов, используемых для познания частных процессов и механизмов в отдельных звеньях биогеоценоза, является методом синтетическим. В основе биогеоценологического метода лежит познание количественных закономерностей общего круговорота вещества и энергии в биогеоценозе, складывающегося из множества комбинаций частных процессов поступления, превращения и выходов вещества и энергии в отдельных звеньях биогеоценозов. Широко применяемые в биогеоценологии различные аналитические методы исследования необходимы для получения информации о различных частных процессах, происходящих в биогеоценозах, обработка которой как в феноменологическом (метод эмпирического обобщения, по Вернадскому), так и в математическом плане лежит в основе биогеоценологического метода – метода познания комплекса взаимосвязанных процессов и явлений, определяющих формирование конкретных биогеоценозов и их биогеохимическую деятельность. В этом смысле биогеоценология является в равной степени наукой естественноисторической и математической [Ляпунов, 1958; Шмальгаузен, 1960; 1961; Александрова, 1961; Полетаев, 1966; Эман, 1966]. Сравнительно-географический и стационарный методы исследования почв и биогеоценозов существенно дополняются экспериментальными исследованиями. После-

дние помогают более ясно представить механизмы и направления основных процессов, определяющих биогеохимическую работу биогеоценозов и почвообразование. Экспериментальная биогеоценология – уже сложившийся комплекс исследований, из которых одно направление – радиационная биогеоценология – позволяет, применяя метод «меченых» атомов и ионизирующие излучения, быстро и строго количественно проследить за работой различных звеньев, слагающих биогеохимический круговорот веществ в биогеоценозе. Радиоизотопы, включаясь в биогеоценоз, метят пути миграции и места аккумуляции химических элементов (в том числе микроэлементов) в биогеоценозе и позволяют точно и быстро оценивать скорость кругооборота веществ в разных модельных системах и природных биогеоценозах. Основные задачи и методы радиационной биогеоценологии были неоднократно изложены в печати [Тимофеев-Ресовский, 1957 и др.].

Как уже говорилось, биогеоценология – это наука в равной мере естественноисторическая и математическая. Внедрение методов и идей кибернетики в биогеоценологию отвечает самой сути этой науки, и, не смотря на ее молодость, в ее активе имеется ряд интересных работ математиков и биологов. По мнению специалистов, особенно перспективным математическим аспектом биогеоценологии является применение метода математического моделирования, позволяющего с помощью логико-математического аппарата и электронно-вычислительной техники быстро и точно оценить количественные взаимосвязи отдельных звеньев и состояния биогеоценологической системы в целом и в особенности ее устойчивости во времени (поиски «равновесных» состояний). Таким образом, экспериментальный метод в биогеоценологии должен разрабатываться как на природных, так и на математических моделях.

7. К сожалению, в настоящее время, когда проблема биопродуктивности Земли стала весьма актуальной, общий запас знаний о биологических ресурсах Земли, их географии, биомассе, направлении и темпах изменения растительного и животного мира как в естественной обстановке, так и под влиянием деятельности человека оказался недостаточным. Отсюда возникает сложная задача – одновременно и в краткие сроки провести учет ресурсов биосферы, выяснить размеры биопродуктивности и найти рациональные приемы ее повышения. Опираясь на достижения естествознания, необходимо найти условия для минимального, оптимального и максимального использования биопродуктивности планеты без нарушения общего баланса вещества в биосфере или на отдельных ее участках. А это предполагает прежде всего проведение инвентаризации ресурсов биосферы, ибо без нее нельзя серьезно говорить о рациональном ведении хозяйства. Понятие «инвентаризация ресурсов биосферы» следует трактовать в широком смысле, т.е. не только как учет числа видов организмов, площадей разных почв, биомассы растительности и животных, а также других количественных показателей, но и учет направлений и темпов исторического развития конкретных местностей и природных комплексов (ландшафтов и биогеоценозов), особенно в связи с хозяйственной деятельностью человека. Эффективность различных сельскохозяйственных санитарно-гигиенических, гидротехнических, промышленных и иных мероприятий существенно зависит от знания и рационального использования природных, в особенности биологических ресурсов ландшафтов и биогеоценозов. Таким образом, инвентаризация ресурсов биосферы – первая задача, подлежащая срочному изучению, от решения которой зависит в значительной мере успех работ по МБП.

8. Инвентаризация природных ресурсов, и в частности почв и биогеоценозов со свойственными им круговоротами вещества и энергии, предполагает в конечном итоге составление классификации почв и биогеоценозов. В соответствии с приведенным в предыдущем разделе определением понятия «инвентаризации», классификация должна быть прежде всего генетической, т.е. включать в себя не только группировку объектов по их признакам и свойствам, но и учитывать на-

правление и темпы их эволюции на фоне эволюции соответствующих ландшафтов. Было предложено много различных классификаций почв, отражающих связь почвообразования с тем или иным (или совокупностью) фактором почвообразования (климат, растительный покров, материнские породы, грунтовые воды и т.д.), но все они еще не являются в полном смысле слова генетическими, ибо в них не находит полного отражения фактор «возраста страны» введенный в науку Докучаевым, но, к сожалению, по признанию Н.М. Сибирцева, наименее им разработанный. Не редки были случаи подмены понятия «возраст страны», понятием «возраст почв», а это разные понятия. По нашему мнению, генетическая классификация почв может быть составлена лишь тогда, когда в группировке найдет отражение и будет расшифрован «возраст страны». Ближе других к этой цели подошли И.М. Крашенинников (1922), Л.А. Иозефович (1931), Б.Б. Польшов (1909; 1953), С.С. Неуструев (1923), В.А. Ковда (1965) и другие ученые, в основном работавшие в области гидроморфных и, в частности, засоленных почв. «Возраст страны» как фактор почвообразования нельзя понимать только как время, прошедшее с момента заселения растительностью освобождающейся от ледника или моря территории, или со времени последнего вулканического извержения. Это время или абсолютный возраст должно учитываться в классификации почв разных регионов, но необходимо еще учитывать направление движения базиса эрозии (опускающиеся или поднимающиеся территории) и темп этого движения в новейшее время под влиянием молодых тектонических движений. Эти три черты слагают «возраст страны» как фактор почвообразования, который вместе с другими факторами (климат, растительный и животный мир, материнские породы, рельеф, грунтовые воды и деятельность человека) определяет облик почв и биогеоценозов и темпы их изменения. Итак, «возраст страны» представляется как важнейший фактор почвообразования, от понимания и учета которого зависит создание подлинно генетической классификации почв, в том смысле как ее понимал Докучаев.

9. Почвенно-классификационная проблема, поставленная и в самой общей форме решенная Докучаевым и его последователями (Н.М. Сибирцев, К.Д. Глинка, Я.Н. Афанасьев и др.) в настоящее время снова стала наиболее актуальной проблемой теоретического почвоведения. Накопление обширного описательного и аналитического материала по почвам земного шара, выявившее необычайное разнообразие почв, несогласованность подходов и методов интерпретации материала различными национальными школами и группами исследователей, многообразие запросов, предъявляемых к почвоведению в разных странах, и ряд других причин определили необходимость и важность решения почвенно-классификационной проблемы на новом уровне, отвечающем состоянию естествознания второй половины XX в. По нашему мнению, проблема классификации в почвоведении должна решаться на классической географо-генетической основе, учитывающей не только свойства и признаки почв в конкретный период их развития, но и их возраст, направление и темпы эволюции в конкретных ландшафтах и биогеоценозах. Поэтому классификация почв, отражая иерархию признаков и свойств самих почв, должна быть увязана с классификацией ландшафтов и биогеоценозов. Этой работе должно предшествовать: а) вычленение и достаточно строгое определение элементарной почвенной единицы — педона; б) строгая научная ревизия обширного фактического материала с составлением систематического списка почв; в) вычленение и определение основных таксонов, согласованных с разными таксонами в классификациях ландшафтов и биогеоценозов; г) сохранение традиции в присвоении различным почвам национальных названий, отобранных и утвержденных авторитетными почвоведцами; д) достаточно строгое отделение естественно-исторической генетической классификации почв от различных частных и прикладных их классификаций (сельскохозяйственных, лесоводственных, гидрологических, эрозионных и т.д.); это, однако, не означает, что в генетической класси-

фикации почв игнорируются современные черты почв антропогенного характера и что генетическая классификация должна учитывать лишь «девственный» облик почв, сформировавшийся в доисторические времена; наоборот, генетическая классификация почв, в соответствии с учением Вернадского о ноосфере, должна отражать и современные свойства почв (рецентные формы), но при этом должны учитываться лишь существенные и долговременно векторизованные признаки и свойства почв и факторы их эволюции; с) генетическая классификация почв должна устанавливать иерархию почв гомологов, а не аналогов, т.е. почв, сходных по генезису, а не только и не столько по их морфологии или сходству по химическому или механическому составу; так, например, смоницы Балканского полуострова аналогичны нашим черноземам, но гомологами их не являются; гомологи смониц – тирсы Марокко, грумозоли Америки, слитоземы (слитные черноземы) Северного Кавказа и даже солонцы, ополицы, такыры, регуры Индии и другие почвы [Быстрицкая и Тюрюканов, 1962; 1966]; ж) составление генетической классификации почв предполагает серьезное творческое и в меру критическое освоение истории почвоведения и не менее серьезное знание общего учения о биосфере и биогеоэкологической концепции.

10. В последние годы усиленно разрабатываются вопросы геохимии и биохимии почв, особенно разделы о биологическом круговороте зольных элементов и азота, почвенной микробиологии, учения о микроэлементах, о составе и свойствах органического вещества почв, составе и строении вторичных глинистых минералов почв, динамике окислительно-восстановительных процессов и другие вопросы (газовый режим, поведение радиоизотопов и т.д.). Накапливающийся материал позволяет лучше понять и оценить количественно роль тех или иных процессов в формировании вещественно-энергетических круговоротов в биогеоценозах, т.е. в системе «почва – биоценоз – грунтовые воды – тропосфера». Однако этот материал, несомненно, очень ценный и полезный, имеет один существенный недостаток – некомплектность аналитических характеристик для конкретных биогеоценозов и почв. В одном месте изучают газовый режим почв, в другом – состав органического вещества, в третьем – микрофлору или микроэлементы в почвах. Это затрудняет понимание вещественно-энергетического круговорота в биогеоценозе как целостной системе и неизбежно ведет к ошибкам при экстраполяции результатов на природные или культурные ландшафты. Даже по таким относительно хорошо изученным объектам, как Теллермановское лесничество или Воронежский заповедник, все еще недостаточно данных для построения математической модели круговорота вещества и энергии в биогеоценозах. Причины этого недостатка заключаются не только в субъективном подходе исследователей, но главным образом в недооценке того факта, что реально существующей целостной элементарной единицей биосферы является биогеоценоз, а не почва и биоценоз, взятые порознь, и что нельзя понять вещественно-энергетических круговоротов в биосфере без комплексного изучения всех сторон жизни биогеоценозов и комплектности количественных характеристик этих круговоротов. Это заставляет считать, что почвоведение, являясь частью биогеоэкологии, должно подчинить свои исследовательские интересы интересам биогеоэкологии, а некоторые теоретические положения почвоведения должны быть уточнены и дополнены в свете представления о почве как части биогеоценоза и биосферы в целом.

11. В настоящее время в почвоведении дискутируется вопрос об окультуренных почвах, их свойствах, классификации, направлении изменения их плодородия, при этом нередко случаи противопоставления и даже отрицания географо-генетической концепции Докучаева, как «неработающей» в условиях пахотных почв. Но это глубокое заблуждение рассеивается при чтении работ Докучаева; и в трудах докучаевских экспедиций, и в книге «Наши степи прежде и теперь», и в

особенности в «Учении о зонах природы» Докучаев приводит мысль о связи природных процессов почвообразования с сельскохозяйственной деятельностью человека. Поэтому нет необходимости противопоставлять докучаевские идеи современным, наоборот, следует рассматривать последние в свете первых, стремясь сохранить преемственность с одной из выдающихся концепции естествознания. Прежде всего следует помнить, что пахотный горизонт и пахотная почва – разные понятия и что пахотная почва свое плодородие унаследовала в основном от естественных почв. Проблема пахотного горизонта это лишь часть проблемы окультуренных почв, которые как и целинные почвы, состоят из нескольких горизонтов, сформировавшихся в процессе того или иного типа почв.

Поэтому качественная оценка почв, их бонитировка, должна базироваться на докучаевской концепции о генезисе почв с учетом земледельческой истории и экономических показателей плодородия почв. Оценка пахотных почв только по пахотному горизонту – это возврат к агрокультурхимическому взгляду на почву. Если агрохимик и агротехник могут себе позволить интересоваться лишь пахотным горизонтом, то это недопустимо для почвоведов и агрономов, которые должны знать свойства (химизм, водный режим, наличие местных водоупоров и т.д.) пахотных почв на всю глубину их профиля. Следует специально рассмотреть основные понятия и терминологию для почв, находящихся в землепользовании, ибо такие термины, как «окультуривание почв», «окультуренная почва» не всегда оправданы и часто употребляются даже в тех случаях, когда урожай зерна составляет лишь 5–7 ц/га. Классификация пахотных почв, отражая природные историко-экономические, агрохимические и иные характеристики почв, непременно должна быть увязана с генетической классификацией почв, что не только возможно, но и обязательно для прогноза севооборотов и сельскохозяйственных биогеоценозов будущего, которые, несомненно, будут обладать наивысшей биопродуктивностью.

12. В соответствии с определением задач биогеоценологии как науки, особое значение приобретает исследование биологического (точнее биогеохимического) круговорота веществ в биогеоценозах.

В первом приближении биогеохимический круговорот вещества и энергии в биогеоценозе определяется следующими параметрами: а) входом в биогеоценозную систему; б) нахождением веществ внутри биологических объектов системы, где они подвергаются многообразным превращениям (биосинтез и разложение органических веществ); в) кратковременным или длительным выходом из биогеоценоза с образованием биокосных объектов разной степени сложности и с разным запасом энергии (ил, торф, сапропель, природные воды, тропосфера, глинистые породы, известняки, нефть, сланцы, уголь и т.д.). Понять биогеохимический круговорот веществ можно лишь определяя количество веществ и энергии на входе в биогеоценоз (количество углекислоты, кислорода, воды, минеральных элементов), интенсивность фотосинтеза, биологическую производительность и количество удерживаемых веществ в биологических объектах биогеоценоза, кругооборот веществ в процессе жизнедеятельности всех высших и низших растений и животных, микроорганизмов, а также количество веществ и их физико-химические формы на выходе из биогеоценоза в тропосферу, грунтовые воды, горные породы. От того, как полно и точно будут определены эти характеристики, зависит успех работ по МБП и разработке мер повышения биопродуктивности биосферы. Эти работы сейчас проводятся в лабораториях и заповедниках, на опытных станциях и экспериментальных установках. Следует помнить, что от уровня исследований биогеохимического круговорота зависит не только выполнение работ по МБП – этой важнейшей «земной» программе, – но и успех работ по конструированию экосистем для космических полетов и «обживанию» других планет. В этом смысле учение о био-

сфере Земли – биогеоценология и почвоведение – на наших глазах становятся науками не только «земными», но и космическими, о чем в свое время писал Вернадский.

13. Биосфера Земли вступает в новое состояние – ноосферу [Вернадский, 1944], вызванное тем, что геохимическая структура биосферы резко изменяется под влиянием разнообразной деятельности человека (промышленность, сельское хозяйство, разработка полезных ископаемых, загрязнение водоемов и воздуха и т.д.). Не всегда и не везде деятельность человека сопровождается рациональным учетом биопродуктивности конкретных участков биосферы и, как следствие этого, возникает резкое обеднение производительных ресурсов биосферы. Если до конца прошлого века деятельность человека в геохимическом отношении носила локальный характер, когда на планете еще оставались большие участки суши и океана, не затронутые прямо или косвенно деятельностью человека, то наш век характеризуется глобальным характером влияния человека на биосферу Земли. Это ставит много новых теоретических и практических задач по выяснению направления и темпов изменения производительности биосферы Земли и разработке мер рационального использования, охраны, «ремонта» и воспроизводства биологических ресурсов планеты.

Естественно, что становление ноосферы в первую очередь сопровождается изменением «равновесных» природных биоценозов и почв как целостных систем – биогеоценозов. Сведение лесов, распашка лугов и степей, затопление обширных пойм рек под водохранилища, мелиорация болот и засоленных земель и многие другие виды хозяйственной деятельности – все это не могло не отразиться на структуре биогеоценозов и биосферы в целом. В одних случаях деятельность человека способствовала повышению биопродуктивности мелиорированных территорий в масштабе длительного времени, в других, наоборот, понизила ее. Чтобы предвидеть все последствия деятельности человека в природе, следует исходить из биогеоценологической концепции, рассматривающей все компоненты среды жизни человека (водоемы, леса, степи, поймы рек, пустыни, тундра, горы и т.д.) взаимосвязанными и предсказывающей возможные последствия тех или иных (локальных или глобальных) результатов деятельности человека (загрязнение водоемов и снижение запасов питьевой и хозяйственно-бытовых вод, повышение или снижение плодородия почв, эрозию почв, возможность нашествия растений и животных, эпидемические болезни, снижение или возможность повышения эндемических заболеваний, масштабы радиоактивной загрязненности территорий, характер поступления микроэлементов и радиоизотопов по пищевым цепям к человеку и многое другое). Поэтому становится очевидной необходимость освоения широкими кругами ученых, инженеров, агрономов и организаторов промышленности, сельского и лесного хозяйства общего учения о биосфере Земли и биогеоценологии.

Заключение

14. Изложенные выше соображения о некоторых основных проблемах генетического почвоведения позволяют утверждать, что эти проблемы должны решаться в аспекте общего учения о биосфере и ноосфере Вернадского и биогеоценологической концепции Сукачева. Почвоведение в этом смысле является необходимой частью биогеоценологии и общего учения о биосфере и вместе с ними оно составляет самостоятельный раздел естествознания, качественно отличающийся как от наук биологического, так и географо-геологического цикла. Развитие этого раздела науки подготовлено всей историей естествознания и связано, главным

образом, с именами В.В. Докучаева, В.И. Вернадского, Г.Ф. Морозова, В.Н. Сукачева, Л.Л. Зенкевича и других русских естествоиспытателей.

В настоящее время различные точки зрения о задачах почвоведения как науки сводятся в основном к двум представлениям: одна группа исследователей настойчиво придерживается и пропагандирует докучаевские идеи и методы изучения почв как естественноисторических образований, а почвоведение рассматривает как естественноисторическую дисциплину. Это обеспечивает, по их мнению, объективное и всестороннее изучение закономерностей почвообразования, на основе которых можно и должно делать выводы и рекомендации практического характера в разных сферах народного хозяйства (сельское и лесное хозяйство, поисковая геология, военное и инженерное дело, медицина и т.д.). Другая точка зрения существовала еще в додокучаевские времена, противопоставлялась докучаевским идеям при жизни Докучаева и имеет многочисленных приверженцев в настоящее время. Суть ее сводится к признанию почвоведения наукой прикладного сельскохозяйственного цикла, призванной выяснить только те процессы в почвах, которые определяют урожайность тех или иных сельскохозяйственных культур.

Каждый естествоиспытатель и серьезно думающий о будущем практик легко сделает выбор между этими точками зрения, если будет помнить о том, что «нет ничего на свете более практичного, чем хорошая теория». Утилитарный подход к изучению и использованию почв неизбежно ведет к недобору положительной информации о почвенных процессах и, несмотря на рост агротехнических средств, не может обеспечить соответствующего повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур.

Таким образом, теоретической основой познания закономерностей развития жизни на Земле, направлений и темпов ее эволюции, анализа современного и будущего состояния ее биологических ресурсов и их охраны и рационального использования является общее учение о биосфере — биогеоценология и генетическое почвоведение. Только развивая эти комплексные теоретические дисциплины, народное хозяйство, и в частности сельское хозяйство, может рассчитывать на максимально возможное использование биологических ресурсов Земли для практических нужд без подрыва производительных сил Земли.

Литература

1. Александрова В. Д. Растительное сообщество в свете некоторых идей кибернетики // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1961. Т. LXVI. Вып. 3.
2. Александрова В. Д. Проблема развития в геоботанике // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. LXVII. Вып. 2.
3. Быстрицкая Т.Л., Тюрюканов А.Н., О генетическом переходном классе почв // ДАН СССР. 1962. Т. 147. №4.
4. Быстрицкая Т. Л., Тюрюканов А. Н. Ополица и ополец — генетические типы переходного класса почв Центральной России // ДАН СССР. 1966. Т. 166. №4.
5. Вернадский В.И. Биосфера. — Л.: Научно-химич.изд-во, 1926.
6. Вернадский В.И. Биохимические очерки. — М.—Л.: Изд.АН СССР, 1940.
7. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // Успехи современи. биол. 1944. Т. 18. Вып.2.
8. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы и ее окружения. М.: Наука, 1965.
9. Докучаев В.В. Русский чернозем. Изд. 2. — М.: Сельхозгиз, 1949.
10. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. Изд. 2. — М.: Сельхозгиз, 1936.
11. Докучаев В.В. Учение о зонах природы. Изд. 2. — М.: Географгиз, 1948.

12. Зонн С.В. Состояние и задачи исследований по вопросу о взаимоотношениях между лесом и почвой // Тр. Ин-та леса АН СССР. — М.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 23.
13. Иоозефович Л.А. О возрасте и эволюции гидрогенных почв в связи с их использованием. — М.: Сельхозгиз, 1931.
14. Ковда В.А. Общность и развитие истории почвенного покрова континентов (к составлению почвенной карты мира) // Почвоведение. 1965. №1.
15. Крашенинников И.М. Циклы развития растительности долин степных зон Евразии // Изв Геогр. ин-та. 1922. Вып. 3.
16. Ляпунов А.Л. О некоторых общих вопросах кибернетики // Пробл. кибернетики. — М.: Физматгиз, 1958. Вып. 1.
17. Молчанов А.А. Экспериментальное комплексное (биогеоценотическое) изучение широколиственных лесов как научная основа лесохозяйственных мероприятий. Биогеоценотические исследования в дубравах лесостепной зоны. — М.: Изд-во АН СССР, 1963.
18. Молчанов А.А. Научные основы ведения хозяйства в дубравах лесостепи. — М.: Наука, 1965.
19. Неуструев С.С. Почвы и циклы эрозии // Геогр. вестн. 1923. Т. 1. Вып 2–3.
20. Основы лесной биогеоценологии / Под ред. В.Н. Сукачева и Н.В. Дылиса. — М.: Наука, 1964.
21. Полетаев И.А. О математических моделях элементарных процессов в биогеоценозах // Пробл. кибернетики. — М.: Физматгиз, 1966. Т. 16.
22. Пельинов Б.Б. Аллювиальные почвы и их место в классификации // Почвоведение. №11.
23. Пельинов Б.Б. Учение о ландшафтах // Вопр. географии». — М.: Географгиз. №33.
24. Ремезов Н.П. Роль биологического круговорота элементов в почвообразовании под пологом леса // Почвоведение. 1956. №7.
25. Ремезов Н.П., Быкова Л.Н., Смирнова К.М. Потребление и круговорот азота и зольных элементов в лесах европейской части СССР. — М.: Изд-во МГУ, 1959.
26. Ремезов Н.П., Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению биологического круговорота зольных веществ и азота наземных растительных сообществ в основных природных зонах умеренного пояса // Бот. журн. 1963. Т. 18. №6.
27. Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. — М.—Л.: Наука, 1965.
28. Сукачев В.Н. Фитоценология, биогеоценология и география // Тр. второго Всес. геогр. съезда. — М.: Географгиз, 1948. Т. 1.
29. Сукачев В.Н. О соотношении понятий «географический ландшафт и биогеоценоз // Вопр. геогр. — М.: Географгиз, 1949. Т. 16.
30. Сукачев В.Н. Некоторые общие географические вопросы фитоценологии // Вопр. ботаники. — М.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 1.
31. Сукачев В.Н. О лесной биогеоценологии и ее основных задачах // Бот. журн. 1955. Т. 40. №3.
32. Сукачев В.Н. Соотношение понятий биогеоценоз, экосистема и фация // Почвоведение. 1960. №6.
33. Сукачев В.Н. О лесных комплексных биогеоценологических исследованиях // Тр. лабор. лесоведения. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. Т. 2. Вып. 1.
34. Тимофеев-Ресовский Н.В. Применение излучений и излучателей в экспериментальной биогеоценологии // Бот. журн. 1957. Т. 42, №2.
35. Тимофеев-Ресовский Н.В. Некоторые проблемы радиационной биогеоценологии // Пробл. кибернетики. — М.: Физматгиз, 1964. №12.

36. Тимофеев-Ресовский Н.В., Тюрюканов А.Н. Об элементарных биохорологических подразделениях биосферы // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1966. Т. LXXI. №1.
37. Шмальгаузен И.И. Основы эволюционного прогресса в свете кибернетики // Пробл. кибернетики. — М.: Физматгиз, 1960. №4.
38. Шмальгаузен И.И. Интеграция биологических систем и их саморегуляция // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1961. Т. LXVI. Вып. 5.
39. Эман Г.И. О некоторых математических моделях биогеоценозов // Пробл. кибернетики. — М.: Физматгиз, 1966. №16.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ УЧЕНИЯ О БИОСФЕРЕ И БИОГЕОЦЕНОЗАХ¹

Накопление огромного фактического материала в естествознании в конце XIX – начале XX вв. настоятельно требовало обобщения разнообразных сведений о природе и синтезе новой концепции о Земле как планете, ее составе, структуре и энергетике. Возникновение этой концепции было предопределено диалектикой развития науки – аналитический этап большинства естественных наук неизбежно должен был смениться синтетическим этапом. Одним из наиболее ярких достижений естествознания конца XIX в. было сформулированное В.В. Докучаевым учение о почве как особом естественно-историческом теле и о зонах природы. Учение Докучаева – это воплощение синтетического метода в науке, заключающегося в комплексном естественно-историческом изучении разнокачественных объектов и явлений в природе, связанных с возникновением интегрального природного объекта и путями его эволюции. Этот подход стал ключом к синтетической концепции о биосфере Земли, созданной учеником В.В. Докучаева геологом В.И. Вернадским, который поставил докучаевский метод на строгую количественную основу и сформулировал один из основных методов научного синтеза – метод эмпирического обобщения.

Биосфера Земли, по В.И. Вернадскому, – это общепланетарная оболочка, состав, структура и энергетика которой в существенных чертах обусловлены прошлой или современной деятельностью совокупностей живых организмов (живым веществом) в течение геологического времени. Биосфера разнородна по своему составу. Вещество ее состоит из семи глубоко различных частей: 1) живого вещества; 2) биогенного вещества; 3) косного вещества; 4) биокосного вещества; 5) радиоактивного вещества; 6) рассеянных атомов; 7) вещества космического происхождения. В основе биосферы как планетарного явления лежит организованность, представляющая собой функцию от трансформации живым веществом существенно-энергетических и информационных потоков за время длительной эволюции Земли.

В отличие от биологии, изучающей живые существа и их сообщества во всем их разнообразии состава и жизнедеятельности на всех уровнях организации жизни, учение о биосфере, в трактовке В.И. Вернадского, рассматривает живые организмы как нечто целое и единое, как живое вещество, т.е. совокупность всех живых организмов, в данный момент существующих, численно выраженное в элементарном химическом составе, в весе и энергии. Такой подход составляет метод биогеохимии, одной из важных дисциплин общего учения о биосфере, призванной выяснить геологическое значение живого вещества в геохимии и энергетике

¹ Статья опубликована в «Научных докладах высшей школы. Биологические науки. 1970. № 4. – С. 46–52».

планеты в целом. Объектом учения о биосфере и биогеохимии служит интегральное выражение живых существ и их сообществ — живое вещество и соответственно его интегральный геологический эффект.

С живым веществом, представляющим собой мощный геохимический фактор в биосфере, связаны следующие функции: газовые, концентрационные, окислительно-восстановительные, биохимические и биогеохимические. Совокупность этих функций определяет все химические превращения в биосфере. Все функции, кроме биохимической, осуществляются в термодинамическом поле биосферы. Биохимическая функция полностью лежит в термодинамическом поле организма, которое, по В.И. Вернадскому, существенно отличается от поля биосферы.

Газовые функции живого вещества проявляются в форме миграции газов и их превращений из простых форм в сложные и обратно. Живое вещество в биогеохимическом смысле состоит из газов (кислорода, азота, углекислоты, водорода и др.). По мнению В.И. Вернадского, кислород и азот атмосферы, практически вся углекислота, в том числе связанная в известняках в виде карбонатов, природные горючие газы и др. — это производные живого вещества. Между живым веществом и газовой компонентой биосферы осуществляется постоянный обмен, определяющий важнейшие геохимические особенности нашей планеты. Среди основных газовых функций выделяются: кислородно-углекислотная, углекислая, озонная, азотная, углеводородная, сероводородная, терпеновая и др.

Концентрационные функции проявляются в способности живых организмов аккумулировать разные химические элементы, в том числе микроэлементы, из внешней среды (почвы, воды, атмосферы). Некоторые организмы концентрируют химические элементы в количестве, в десятки, сотни и даже тысячи раз превышающем их содержание в среде (растения-манганофилы, кальциефилы и др.).

Окислительно-восстановительная функция живого вещества определяет большой спектр химических превращений веществ, включающих атомы элементов с переменной валентностью, — соединений железа, марганца, микроэлементов и т.д. В основе этой функции лежит богатство живого вещества энергией, способной совершать разнообразные химические превращения.

Биогеохимические функции человечества (техногенез по А.Е. Ферсману) — новая, в геологическом смысле, форма созидания и превращения веществ в биосфере. Они стимулируют переход биосферы в новое состояние — ноосферу.

В учении о биосфере выделяются следующие основные аспекты: 1) энергетический, освещающий связь биосферно-планетарных явлений с излучениями Космоса (в основном солнечными) и радиоактивными процессами в земных недрах; 2) биогеохимический, освещающий роль живого вещества в распределении и поведении атомов (изотопов) в биосфере и ее структурах; 3) информационный, освещающий принципы организации и управления в живой природе в связи с исследованием влияния живого вещества на структуру и состав биосферы (ноосферы); 4) пространственно-временной, освещающий формирование и эволюцию различных структур биосферы в геологическом времени в связи с особенностями пространственно-временной организации живого вещества в биосфере (проблема симметрии); 5) ноосферный, освещающий глобальные эффекты воздействия человечества на структуру и химию биосферы (разработка полезных ископаемых), создание новых для биосферы веществ (чистые алюминий, железо и другие металлы) и изотопов (радиостронций, радиоцезий и др.), преобразование биогеоценологических структур биосферы (сведение лесов, осушение болот, распашка территорий, создание водохранилищ, загрязнение вод, почв и атмосферы продуктами хозяйственной деятельности, внесение удобрений, эрозия почв, лесонасаждения, строительство городов, плотин, промышленное хозяйство и т.д.). Выход человека в Космос, за пределы биосферы, будет стимулировать разработку новых аспектов учения о биосфере.

Эволюция биосферы тесно связана с эволюцией форм живого вещества (организмов и биоценозов) и усложнением их биогеохимических функций. Большую роль в эволюции биосферы играют трансформация солнечной энергии растениями и химической хемосинтетиками и связанный с ним синтез биогенных веществ на Земле. Эволюция биосферы, обусловленная биогеохимической работой живого вещества в свою очередь стимулировала и направляла эволюцию конкретных видов организмов (обратная связь в эволюции).

Биосфера мозаична по структуре и составу, она отражает геохимическую и геофизическую неоднородность лика Земли (океаны, озера, горы, пустыни, равнины и т.д.) и неравномерность в распределении живого вещества на планете. Но мозаичность планеты не первозданна, она в значительной мере сама — продукт эволюции биосферы за отрезки времени в сотни миллионов лет. В каждую геологическую эпоху были свои центры видообразования организмов, они смещались на поверхности Земли по мере изменения геохимии и энергетики разных участков территории или акватории Земли. В каждую геологическую эпоху на Земле существовали участки с высокой или малой биоценологической плотностью (число видов организмов на единицу площади в единицу времени, год) и с разной интенсивностью круговорота веществ и трансформации энергии в палеобиогеоценозах. Вследствие разной биоценологической и популяционной плотности и соответственно разной интенсивности биогеохимической работы в различных палеобиогеоценозах векторы и темпы эволюции разных форм организмов в различных частях планеты были неодинаковыми и соответственно был неодинаков их интегральный биогеохимический эффект в истории Земли (эпохи рудообразования, углеобразования, нефтеобразования и т.д.). Об этом же говорят данные палеонтологии. К сожалению, мы еще крайне мало знаем о биогеохимической работе палеобиогеоценозов, но есть надежда, что развитие геохимии, эволюционного учения, палеогеографии, палеонтологии, почвоведения и других наук при должном применении принципа актуализма приоткроет картину возникновения и смерти «былых биосфер» (термин В.И. Вернадского).

Геологический и космический аспекты рассмотрения роли живого вещества на планете привели В.И. Вернадского к выводу об огромной, с точки зрения биолога, мощности биосферы. По мнению Вернадского, к биосфере относятся нижние слои стратосферы, вся тропосфера, верхняя часть литосферы, сложенная осадочными породами (стратисфера) и гидросфера, т.е. верхняя граница биосферы простирается до высоты около 23 км над поверхностью Земли, а нижняя проходит в среднем на глубине около 16 км под ее поверхностью, точнее, по верхней границе мантии или слоя Махоровичича.

Однако жизнь и деятельность человека связаны с более узким слоем биосферы — витасферой, где сосредоточена основная масса ныне существующих живых организмов и где наиболее активно протекают процессы биогенеза. В состав витасферы (биогеоценологического покрова) на суше входят биоценозы, нижние слои тропосферы мощностью в несколько десятков метров и почва с подпочвой — место средоточения корневых систем растений, микроорганизмов и многих видов животных. Таким образом, если мощность биосферы измеряется как в области суши, так и в области океанов десятками километров, то мощность витасферы измеряется метрами или десятками метров на суше и несколько больше в морях и океанах.

Витасфера, входящая структурно в биосферу, существенно отличается от основной массы биосферы как по составу, так и по энергетике. Витасфера представляет собой оболочку планеты, где совершается основная биогеохимическая работа живых организмов, где дается старт длительным во времени и пространстве биогеохимическим циклам миграции веществ на планете.

Элементарной структурной единицей витасферы является биогеоценоз (понятие, введенное В.Н. Сукачевым). Биогеоценоз представляет собой участок тер-

ритории или акватории, однородный в топографическом, микроклиматическом, биоценотическом, почвенном, гидрологическом и геохимическом отношениях. Биогеоценоз как элементарная структурная единица витасферы включает в себя определенное сообщество организмов, почву, почвенно-грунтовую воду и нижние слои тропосферы. Реальные размеры биогеоценозов на планете варьируют в широких пределах: от нескольких метров (микротапины в степях и полупустынях, березовые колки, песчаные дюны и т.д.) до нескольких километров (солончак, такыр, однородные участки степи, леса). Каждому биогеоценозу присущ свой круговорот вещества и определенный характер трансформации потоков солнечной энергии, функцией которых является формирование биопродукции. Нарушение качественных или количественных характеристик круговорота веществ или трансформации энергии неизбежно ведет к изменению общей биопродуктивности (биомассы) и качественной ее структуры (нарушение синтеза витаминов, аминокислот, ферментов и т.д.). Если круговорот веществ в биогеоценозе зависит от фотосинтеза растений, то управляющая система биогеоценоза сосредоточена в почве. Миллиарды почвенных микроорганизмов, грибов, актиномицетов, низших и высших почвенных животных осуществляют там постоянно с заданной ритмичностью грандиозный процесс деструкции прижизненных метаболитов растений или их опада и ресинтез нового класса биоорганических веществ (гумус, антибиотики и т.д.). Энергия, поступающая в почву с биоорганическими веществами, существенно перераспределяется по различным микроструктурам и компонентам почвы: пленочная, гигроскопическая и другие виды почвенной влаги, кристаллические решетки вторичных почвенных глинистых минералов, синтез гумуса и т.д. Изучение круговорота веществ и трансформации энергии в биогеоценозах едва только начато. Пока лишь можно предполагать, что равновесное (стационарное) состояние биогеоценозов в природе достигается за счет оптимизации круговорота вещества и потоков энергии в нем, а основной управляющий механизм стабилизации биогеоценотического процесса размещен в почве. Надежность работы биогеоценоза как сложной системы прямых и обратных связей между его звеньями определяется уровнем и надежностью работы почвенных организмов по деструкции и реутилизации метаболитов высших растений.

Отсюда становится ясным, что при изучении биогеоценозов как открытых систем, способных к саморегуляции в течение длительного времени, особое внимание должно быть уделено исследованиям почвы как динамической системы, определяющей надежность и длительность функционирования биогеоценоза. Конечным этапом этих работ должна быть расшифровка механизмов управления биогеоценотическим процессом в природе, прогноз векторов и темпов этого процесса в разных зонах и ландшафтах и формулировка предпосылок к созданию научной концепции ведения хозяйства на биогеоценотической основе, что означает эффективное использование биологических ресурсов лишь в размере «процента с оборота» веществ в биогеоценозах будущего. Создание биогеоценозов, работающих с высоким КПД и значительной надежностью в открытой или замкнутой среде, станет возможным после детального изучения механизмов управления в природе в комбинации с экспериментальным и математическим моделированием частных процессов в биогеоценозе.

Существенный момент учения о биосфере и биогеоценологии заключен в представлении о взаимосвязи (прямых и обратных связях) и сопряженной эволюции всех структур биосферы. Это важно помнить именно теперь, когда деятельность человека вступает в противоречие с естественным развитием природы. Только при достаточно глубоком знании законов биосферы и биогеоценологии человечество в состоянии будет разрешить главную проблему грядущего третьего тысячелетия — проблему «биосфера и человечество».

Уже сейчас проблема «биосфера и человечество» стала весьма актуальной. Над ней работают многие национальные и международные организации, научные центры и лаборатории. Эта проблема породила крупнейшие акции: международное гидрологическое десятилетие, международную биологическую программу, крупную программу ЮНЕСКО «человек и биосфера» и т.д. Повышенный интерес к проблемам биосферы вызван тем, что локальное воздействие человека на биосферу, характерное для всей истории человечества, сменилось в XX в. глобальным влиянием людей на состав, структуру и ресурсы биосферы. На планете нет участка суши или моря, где бы не были обнаружены продукты деятельности человека (пример с проникновением ДДТ в Антарктиду в результате массового применения этого препарата в бассейне Миссисипи – Миссури). Общеизвестны глобальные выпадения радиоактивных осадков – продуктов ядерных взрывов в наше время в атмосфере, океане и на суше; всегда и везде встречаются продукты сгорания нефти и угля, отходы химической и другой промышленности, ядохимикаты и удобрения, сносимые с полей в процессе водной и ветровой эрозии. Огромное влияние оказало человечество на изменение растительного и животного мира Земли. Односторонняя эксплуатация человеком естественных угодий, а также распашка 10% поверхности суши привела к сокращению на огромных территориях естественного растительного покрова, вырождению строевых лесов и замены их малоценными породами, гибели ценных видов рыб и промысловых зверей. Интенсивное и нерациональное использование ресурсов биосферы – водных, газовых, биологических и других – развеяло миф о их бесконечности и неисчерпаемости. Из этого не следуют панические прогнозы о «конце света», а лишь ставится на очередь дня крупнейшая проблема о разумном ведении земных дел разумным человечеством. Теоретической, естественно-научной основой проблемы «биосфера и человечество» являются общее учение о биосфере и биогеоценология – дисциплины, изучающие общие принципы и механизмы функционирования и эволюции сообществ живых организмов в конкретном пространстве и времени.

Современная структура биосферы – продукт длительной эволюции многих систем разной сложности, стремящихся к состоянию динамического равновесия (стационарные состояния). Широкая разработка метода эмпирического обобщения на основе математической теории систем позволит быстро и точно делать строго количественные прогнозы об эффективности глобальных или локальных акций человечества в биосфере и регулировать многие процессы в природе в период перехода биосферы в новое состояние – ноосферу. Практическое значение учений о биосфере и биогеоценологии огромно, оно не нуждается в иллюстрации, поскольку каждодневно печать и радио во всех концах планеты сообщают примеры разрушения или, к сожалению, редко, восстановления ресурсов биосферы (охрана природы). Но особенно заинтересованы в развитии этих учений здравоохранение и медицина, ибо они больше и чаще других сталкиваются со случаями резко или постепенного «ответного удара» (обратная связь) биосферы на неразумное или неосторожное преобразование природы человеком. При таком подходе, т.е. постоянном учете взаимодействий природных объектов или явлений и, как следствие этого, – постоянно возникающих разнообразных прямых и обратных связей в функционирующих исторически сложившихся многокомпонентных системах – биогеоценозах и биосфере, очень четко видны исключительные возможности диалектического метода познания природных явлений, конкретизированного методом эмпирического обобщения (В.И. Вернадский) и различными математическими теориями (теории систем, информации, множеств и др.). Ничто так не убеждает в действенности диалектики, как биогеоценология, и нигде так не полезна диалектика для естествознания, как в биогеоценологии, науке, которую, вслед за В.В. Докучаевым, можно считать центральной дисциплиной естествозна-

ния, а проблему «биосфера и человечество» — центральной проблемой предвидимого будущего.

Разработка биосферной и биогеоэкологической концепций неизбежно выдвинет новую, необычную для нашего века проблему — перевод сельского хозяйства планеты на биогеоэкологическую основу. История показывает, что огромные капиталовложения в сельское хозяйство росли сильнее, чем прирастала сельскохозяйственная продукция. Необходимо думать и работать над приростом сельскохозяйственной продукции в ближайшие годы более, чем в 10 раз. Это не только возможно, но и неизбежно, хотя научные подходы еще далеко не конкретизированы. В самой общей форме, нам кажется, обеспечение человечества биопродукцией пойдет по пути перевода сельского хозяйства на биогеоэкологическую основу, интенсивного развития пищевой индустрии, включая промышленность биосинтеза и химию экстрактивных процессов и, наконец, изменения традиционного пищевого рациона человека.

Перевод сельского хозяйства на биогеоэкологическую основу означает отказ от монокультуры, неустойчивой к болезням и лишенной своих природных союзников — других растений и особенно микрофлоры и насекомых. Жизнь в природе всегда представлена в виде сообществ организмов — растений, животных, микроорганизмов, т.е. она существует реально в виде биоценозов. Чистые посевы культур с частой перепашкой почвы, резко нарушающие структуру и численность микробного и животного населения почвы, — это изобретение человека, а не природы. Человек в земледелии начал с монокультуры и трехполки, постепенно дошел до понимания севооборота, создал системы земледелия. Уже в идее севооборота лежат истоки биогеоэкологического подхода, ибо в ней заключены не только экономические соображения, но и мотивы борьбы и профилактики «почвоутомления», обогащения почв азотом (посев бобовых), борьбы с вредителями, посев медоносов и т.д. Белковый голод, испытываемый большей частью населения планеты, особенно дефицит в животных белках, может быть устранен лишь переводом сельского хозяйства на биогеоэкологическую основу, включая селекцию дикорастущих трав. Луговое хозяйство и образцовые многолетние луга станут прототипом агробиоценозов на современных полях.

Нельзя забывать, что из-за узкоспециализированного направления растениеводства (в основном на производство зерна) человечество недобирает в рационе большое количество целебных веществ, без которых функционирование организма ослаблено. Целебные вещества в пище — это различные специи, богатые витаминами, микроэлементами и другими веществами. Дефицит их в рационе человека очевиден, а компенсация неизбежна, если здоровье человечества становится проблемой номер один. Флора и фауна планеты насчитывают около трех миллионов видов. Наука еще далека от физиолого-биохимической инвентаризации флоры и фауны. Развивая биологию, можно ожидать многочисленных открытий «запасов» целебных веществ в разных организмах, подобных йоду в ламинариях, каучуку в каучуконосах и т.д. Химия экстрактивных процессов, биосинтез и пищевая индустрия призваны внедрять эти открытия для блага людей.

Итак, перевод сельского хозяйства на биогеоэкологическую основу сулит сокращение затрат на получение биопродукции, увеличит устойчивость агробиоценозов к болезням, создаст фонды целебных веществ в биопродукции в полезной биоорганической форме и многое другое. Выше говорилось, что биогеоэкологические сообщества характеризуются значительной устойчивостью во времени, поддерживаемой определенным круговоротом веществ и потоком солнечной радиации. Создавая агробиоэкологические сообщества, человек должен научиться жить на проценты с этого круговорота, без подрыва производительных сил Земли. Этот путь неизбежен, но, готовясь встать на него, нужно создать условия для всестороннего развития биологии и биогеоэкологии — теоретических основ сельского хозяйства будущего.

В последнее время в науке появились тенденции к разработке проектов подводных городов, усиленного развития гидропоники, постройки больших парников с программированным урожаем (типа промышленных фитотронов). У таких полузамкнутых систем много перспектив, их нельзя отвергать, больше того, их надо рекомендовать там, где это оправдано и выгодно. Но главный путь получения биопродукции в такой обширной стране, как СССР, – это повышение биопродуктивности основных территорий.

Таким образом, общее учение о биосфере и биогеоценология, основы которых были созданы В.И. Вернадским и В.Н. Сукачевым, призваны быть естественнонаучной основой проблемы «биосфера и человечество». Возникновение этой проблемы и превращение ее на пороге третьего тысячелетия в глобальную проблему знаменует переход биосферы в новое состояние – ноосферу, общие контуры которой были оценены В.И. Вернадским. Начало атомной и космической эпох – это наиболее четкие даты рождения ноосферы. Ноосфера отличается от биосферы тем, что в ней локальная роль человека на Земле переросла в глобальную, и развитие биосферы стало все явственней определяться обратной связью с человечеством. Окончательное становление ноосферы наступает с момента глобального изменения витасферы Земли (биогеоценологического покрова) – этой управляющей системы биосферы. Как пойдет эволюция ноосферы, пока сказать трудно, но несомненно, что человечество сделает все возможное для разумного разрешения проблемы «биосфера и человечество».

БИОСФЕРА¹

Биосфера (от *био...* и *сфера*), оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой в существенных чертах обусловлены прошлой или современной деятельностью живых организмов. Биосфера охватывает часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы, которые взаимосвязаны сложными биогеохимическими циклами миграции веществ и энергии (по В.И. Вернадскому, — биогенная миграция атомов); начальный момент этих циклов заключен в трансформации солнечной энергии растениями и синтезе биогенных веществ на Земле. Термин «биосфера» — ввел в 1875 г. австрийский геолог Э. Зюсс. Общее учение о биосфере создано в 20–30-х годов XX в. В.И. Вернадским, развившим идеи В.В. Докучаева о комплексном естественноисторическом анализе взаимодействующих в природе разнокачественных объектов и явлений (факторов почвообразования) и выявлении самостоятельных природных объектов гетерогенной структуры и состава (почвы, природные зоны).

В основе учения Вернадского лежат представления:

1) о планетарной геохимической роли живого вещества (совокупность всех живых организмов, существовавших или существующих в определенный отрезок времени, рассматриваемых как мощный геологический фактор; в отличие от живых существ, изучаемых в биологии на всех уровнях их организации, начиная от молекулярного, живое вещество, в понимании Вернадского, как биогеохимический фактор, количественно выражается в элементарном химическом составе, массе и энергии);

2) об организованности биосферы, являющейся продуктом сложного превращения вещественно-энергетических и информационных потоков живым веществом за время геологической истории Земли.

Биосфера включает не только область жизни (биогеосферу, фитогеосферу, геомериду, витасферу), но и др. структуры Земли, генетически связанные с живым веществом. По Вернадскому, вещество биосферы состоит из семи разнообразных, но геологически взаимосвязанных частей: живое вещество, биогенное вещество; косное вещество; биокосное вещество; радиоактивное вещество; рассеянные атомы; вещество космического происхождения. В пределах биосферы везде встречается либо живое вещество, либо следы его биогеохимической деятельности. Газы атмосферы (кислород, азот, углекислота), природные воды, равно как и каусто-биолиты (нефти, угли), известняки, глины и их метаморфические производные (сланцы, мраморы, граниты и др.) в своей основе созданы живым веществом планеты. Слои земной коры, лишенные в настоящее время живого вещества, но переработанные им в геологическом прошлом, Вернадский относил к области «былых биосфер». Биосфера мозаична по структуре и составу, отражая геохими-

¹ Статья написана совместно с В.А. Ковдой для «Большой советской энциклопедии. Третье издание. — М.: БСЭ, 1974».

ческую и геофизическую неоднородность лика Земли (океаны, озера, горы, ущелья, равнины и т.д.) и неравномерность в распределении живого вещества по планете как в прошлые эпохи, так и в наше время. Максимальное содержание живого вещества гидросферы приурочено к мелководьям, минимальное — к глубинным акваториям (абиссаль); на суше эта неравномерность проявляется в мозаике биогеоценотического покрова (леса, болота, степи, пустыни и др.) с минимумом плотности живого вещества в высокогорьях, пустынях и полярных областях. Элементарная структура активной части современной биосферы — биогеоценоз.

Живое вещество выполняет следующие биогеохимические функции:

- газовые (миграция газов и их превращения);
- концентрационные (аккумуляция живыми организмами химических элементов из внешней среды);
- окислительно-восстановительные (химические превращения веществ, содержащих атомы с переменной валентностью, — соединений железа, марганца, микроэлементов и т.д.);
- биохимические и биогеохимические функции, связанные с деятельностью человека (техногенез, форма созидания и превращения вещества в биосфере, стимулирующая ее переход в новое состояние — ноосферу). Совокупность этих функций определяет все химические превращения в биосфере. Эволюция биосферы диалектически связана с эволюцией форм живого вещества (организмы и их сообщества), усложнением его биохимических функций, совершающихся на фоне геологической истории Земли.

В учении о биосфере выделяют следующие основные аспекты: **энергетический**, освещающий связь биосферно-планетарных явлений с космическими излучениями (в основном солнечными) и радиоактивными процессами в земных недрах; **биогеохимический**, отражающий роль живого вещества в распределении и поведении атомов (точнее их изотопов) в биосфере и ее структурах; **информационный**, изучающий принципы организации и управления, осуществляемые в живой природе в связи с исследованием влияния живого вещества на структуру и состав Б.; **пространственно-временной**, освещающий формирование и эволюцию различных структур биосферы в геологическом времени в связи с особенностями пространственно-временной организованности живого вещества в биосфере (проблемы симметрии и др.); **ноосферный**, изучающий глобальные эффекты воздействия человечества на структуру и химию биосферы: разработка полезных ископаемых, получение новых, отсутствовавших до того в биосфере веществ (например, чистые алюминий, железо и др. металлы), преобразование биогеоценологических структур биосферы (сведение лесов, осушение болот, распашка целинных земель, создание водохранилищ, загрязнение вод, почв и атмосферы продуктами хозяйственной деятельности, внесение удобрений, эрозия почв, лесонасаждение, строительство городов, плотин, промышленное хозяйство и т.д.). Выход человека в космос, за пределы биосферы, будет стимулировать разработку новых сторон учения о биосфере. Существенный момент учения о биосфере — представления о взаимосвязях (прямых и обратных связях) и сопряженной эволюции всех структур биосферы. Это представление положено в основу разработки многими национальными и международными организациями, научными центрами и лабораториями проблемы «биосфера и человечество». Решению этой проблемы служат мероприятия, в которых участвуют многие страны, например, Международное гидрологическое десятилетие, Международная биологическая программа и т.д. Повышенный интерес к изучению биосферы вызван тем, что локальное воздействие человека на биосферу, характерное для всей предшествовавшей истории, сменилось в XX в. глобальным его влиянием на состав, структуру и ресурсы биосферы. На планете

нет участка суши или моря, где бы не были обнаружены следы деятельности человека. Один из ярких примеров – глобальные выпадения радиоактивных осадков – продуктов ядерных взрывов. В атмосфере, океане и на суше повсеместно присутствуют (пусть в самых незначительных количествах) продукты сгорания нефти, угля, газов, отходы химической и др. индустрии, ядохимикаты и удобрения, сносимые с полей в процессе водной и ветровой эрозия. Интенсивное и нерациональное использование ресурсов биосферы – водных, газовых, биологических и др., усугубляемое гонкой вооружений, испытаниями ядерного оружия и т.д., развеяло миф о бесконечности и неисчерпаемости этих ресурсов. Многочисленные примеры разрушительной деятельности человека и, к сожалению, редкие примеры его созидательной деятельности (в т.ч. в плане охраны природы) свидетельствуют об актуальности разумного ведения земных дел разумным человечеством, что возможно только при переходе от стихийного капиталистического производства к плановому хозяйству социалистического и коммунистического общества. Естественнонаучной основой рационального подхода к проблеме «биосфера и человечество» – одной из грандиознейших проблем нашего времени – служат учение о биосфере и биогеоценология – дисциплины, изучающие общие принципы и механизмы функционирования и эволюции сообществ живых организмов в определенных пространственных и временных условиях. Современная структура биосферы – продукт длительной эволюции многих систем разной сложности, последовательно стремящихся к состоянию динамического равновесия. Практическое значение учения о биосфере огромно. Особенно заинтересованы в развитии этого учения здравоохранение, сельское и промысловое хозяйство и др. отрасли человеческой практики, чаще других сталкивающиеся с «ответными ударами» со стороны биосферы, вызванными неразумным или неосторожным преобразованием природы человеком.

Литература

1. Вернадский В. И. Избр. соч. – М., 1960. Т. 5.
2. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. – М., 1965.
3. Ковда В.А. Современное учение о биосфере // Журнал общей биологии. 1969. Т. 30. №1.
4. Перельман А.И. Геохимия ландшафта – М., 1961.
5. Тимофеев-Ресовский Н.В., Тюрюканов А.Н. Об элементарных биохорологических подразделениях биосферы // Бюллетень Московского общества испытателей природы. 1966. Т. 71(1).
6. Хильми Г.Ф. Основы физики биосферы. – Л., 1966.
7. Дювиньо П., Танг М. Биосфера и место в ней человека / Пер. с франц. – М., 1968.

ВИТАСФЕРА ЗЕМЛИ¹

Введение

1. В связи с разработкой общетеоретических представлений о биосфере Земли и роли живых организмов в геохимии и энергетике нашей планеты возникла необходимость уточнения и более строгого определения основных понятий и терминов, относящихся к этой проблеме. Эта важная в методическом отношении задача обусловлена тем, что к работам по комплексному изучению биосферы и инвентаризации ее ресурсов привлекается все расширяющийся круг естественных наук и специалистов — биологов, гидрологов, почвоведов, географов, геофизиков и др. Естественно, вместе с этим происходит внедрение специальных методов, понятий и терминов в биосферную проблематику, что далеко не всегда способствует ее разработке в соответствии с целями и задачами общего учения о биосфере, основы которого были сформулированы В.И. Вернадским (1926; 1940; 1965). Особенно интенсивный поток новых определений и понятий идет из биологии, что объясняется относительно энергичным развитием биологических дисциплин в наше время и развертыванием работ по Международной биологической программе. Наибольшее разнообразие понятий и терминов относится, с одной стороны, к выделению глобальных оболочек Земли, являющихся высшими таксономическими подразделениями — биосфера, фитогосфера, биогеосфера, географическая оболочка, биогеносфера, гумосфера и т.д., а с другой стороны — к выделению низших и элементарных единиц, слагающих эти оболочки — биогеоценозы, экосистемы, ландшафты, фации, педоны и т.д. Это обстоятельство побудило нас рассмотреть некоторые определения и термины в аспекте идей В.И. Вернадского и В.Н. Сукачева о биосфере в целом и биогеоценозах как ее элементарных единицах.

Учение о биосфере как об особой геологической оболочке Земли

2. В конце прошлого — начале нашего века под давлением огромного фактического материала, полученного естествоиспытателями, назревала острая необходимость в обобщении разнообразных сведений о природе и синтезе новой концепции о Земле как планете, ее структуре, составе и энергетике. В то

¹ Статья опубликована в соавторстве с В.Д. Александровой в «Бюллетене МОИП. Отдел биологический. 1969. № 4. — С. 14–26». Эта же тема развита автором в книге «Биосфера и человек (материалы I Всесоюзного симпозиума «Человек и биосфера»). — М.: Наука, 1975. — С. 33–40».

время большая часть исследователей, в основном физики, все более удалялась от общепланетарных проблем в старом смысле, уходя в область изучения проблем микромира. Результаты такого отхода общеизвестны — человечество вступило в атомную эру. Но в старых классических дисциплинах, в основном в геологии и отчасти в биологии, продолжалась интенсивная работа не только по первичному накоплению данных о Земле, но и работа синтетического плана. Одним из наиболее ярких достижений конца XIX в. следует считать формулировку В.В. Докучаевым учения о почве как об особом естественноисторическом теле — четвертом царстве природы, наряду с минералами, животными и растениями. Об этой концепции написано много работ, почвоведение стало одной из главных (центральной, по выражению Докучаева) дисциплин естествознания с мощным теоретическим фундаментом и многочисленными выходами в практику. Но сейчас речь идет не о почвоведении как таковом, а о докучаевском методе исследования, заключающемся в комплексном охвате разнокачественных природных объектов и явлений и выявлении интегрального объекта и процесса его развития. Этот подход явился ключом к синтетической концепции о биосфере Земли, создать которую суждено было ученику В.В. Докучаева нашему соотечественнику геологу В.И. Вернадскому, поставившему докучаевский метод на строгую количественную основу и сформулировавшему метод эмпирического обобщения.

Биосфера Земли (термин Ляйеля, Зюсса, Вернадского) является одной из планетных оболочек Земли, геологической оболочкой, структура, состав и энергетика которой в существенных своих чертах определены работой живого вещества. В отличие от биологии, изучающей живые существа и их сообщества во всем их разнообразии состава и жизнедеятельности на всех уровнях организации жизни, учение о биосфере в трактовке В.И. Вернадского (1965) рассматривает «живые организмы как нечто целое и единое», «как живое вещество, т.е. совокупность всех живых организмов, в данный момент существующих, численно выраженное в элементарном химическом составе, в весе, энергии». Такой подход составляет метод биогеохимии — дисциплины, призванной выяснить геологическую силу живого вещества в геохимии и энергетике планеты в целом. Таким образом, объектом исследования в биологии являются конкретные и дискретные формы жизни, живые существа как таковые и их сообщества, а объектом биогеохимии — интегральная форма их — живое вещество, и соответственно интегральный геологический эффект его. Как видим, у этих дисциплин — биологии и учения о биосфере — принципиально разные подходы к изучению, казалось бы, одного и того же объекта на планете и смешивать их, несмотря на их близость и взаимосвязь, не следует.

3. Геологический и космический ракурсы рассмотрения роли живого вещества на планете привели В.И. Вернадского к выводу об огромной, с точки зрения биолога, мощности биосферы (в несколько километров) и разнородности ее состава. В плане нашей статьи особо следует оценить слова Вернадского: «Биосфера не есть только так называемая область жизни. Это резко сказывается в ее веществе. Вещество ее состоит из семи глубоко разнообразных частей, геологически не случайных». Далее он выделил эти семь частей: 1) живое вещество, 2) биогенное вещество, 3) косное вещество, 4) биокосное вещество, 5) радиоактивное вещество, 6) рассеянные атомы и 7) вещество космического происхождения. Отсюда вытекает, что биосфера — понятие планетарное, широкое, намного превосходящее по объему поле исследования биолога и почвоведов, которое ограничивается «областью жизни». Вот почему при всей яркости термина «биосфера», при всей оригинальности и глубине общего учения о биосфере их нельзя полностью отождествлять ни с «областью жизни», ни с дисциплинами, ее изучающими. Здесь мы подходим к вопросу об уровнях систем-

ной организации материального мира, которая была для биологических и близких к ним объектов и явлений заметно упорядочена за последние десятилетия [Богданов, 1913; 1917; 1922; Высоцкий, 1925; Вернадский, 1926; 1940; 1965; Bertalanffy, 1949; 1952; 1959; 1960; Лавренко, 1949; 1959; 1964; 1965; Завадский, 1957; 1961; 1966; Odum E., 1959; Odum H., 1960; Шмальгаузен, 1961; Синская, 1961; Ляпунов, 1963; Беклемишев, 1964; Тимофеев-Ресовский, 1964; Чижек, 1965; Тимофеев-Ресовский, Тюрюканов, 1966; 1967; Янковский, 1966 и др.] В перечисленных работах предприняты попытки установить иерархическую систему организации форм жизни, уровни организации и изучения ее. Нет необходимости подробно освещать все точки зрения, поэтому отметим, что практически всем им свойственно выделение уровней, начиная от клеточного (а иногда и субклеточного) до биосферного или биостромного уровня. Отметим также, что, начиная систематику организации форм жизни с биологических уровней (клеточный, индивидуумный, популяционный и т.д.), многие исследователи завершали иерархическую схему уровнями, не отвечающим строго представлению о биологических уровнях (биогеоценотический, биосферный и др.). И хотя ряд авторов отмечает, что эти уровни особого порядка, тем не менее выделение их в ряду биологических уровней нецелесообразно. Дискуссионный характер в выделении высших уровней организации жизни отражает недооценку или переоценку самобытности, оригинальности учения о биосфере и биогеоценологии, представляющих собой самостоятельные естественносторические дисциплины со своими объектами и методами исследования [Сукачев, 1964; Тимофеев-Ресовский и Тюрюканов, 1967]. Поэтому необходимо специальное рассмотрение вопроса об «области жизни» на Земле, определении ее структуры, состава, мощности и основных процессов, управляющих ее развитием и обеспечивающих стабильность ее биологической структуры на протяжении длительного в геологическом смысле отрезка времени. Одновременно следует сопоставить различные термины, относящиеся к «области жизни», а также решить вопрос о связи наук, изучающих живые организмы и жизнь в пределах «области жизни» с биосферой, в понимании В.И. Вернадского.

Витасфера Земли – оболочка активной жизни и биогенеза на планете

4. За последние годы в недрах биологии успешно развивается учение о биогеоценозах, или экосистемах, которое, по удачному выражению Н.В. Тимофеева-Ресовского, является встречной дисциплиной биогеохимии. В основе биогеоценологии, созданной В.Н. Сукачевым [Сукачев, 1940; 1942; 1945; 1960; 1964; 1965 и др.], лежит представление о биогеоценозах как «совокупности на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, торной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий), имеющей свою особую специфику взаимодействий этих слагающих ее компонентов и определенные типы обмена веществом и энергией их между собой и с другими явлениями природы и представляющей собой внутренне противоречивое диалектическое единство, находящееся в постоянном движении, развитии» [Сукачев, 1964]. Понятие «биогеоценоз» было введено для обозначения реально существующих подразделений биосферы, которые Н.В. Тимофеев-Ресовский рассматривает как элементарные биохорологические структурные единицы биосферы [Тимофеев-Ресовский, Тюрюканов, 1966; 1967], целиком принимая понятие «биогеоценоза», данное В.Н. Сукачевым, следующим образом дополняют его определение: биогеоценоз как элементарная биохорологическая единица биосферы представляет собой

участок территории или акватории, через который не проходит ни одна существенная биоценотическая, почвенная, гидрологическая, микроклиматическая и геохимическая границы. Каждому биогеоценозу присущ определенный по объему и составу круговорот вещества и энергии, обеспечивающий относительно длительное устойчивое сосуществование основных компонентов биоценозов (растений, животных, микроорганизмов) с «биокосными» и «биогенными» компонентами биогеоценоза (почвой, водой, тропосферой, почвообразующей породой). Таким образом, биогеоценоз как комплексная, биохорологическая структурная единица поверхности Земли состоит из сообществ живых организмов, почвы, приземных слоев тропосферы, подпочвы и почвенно-грунтовой воды. Общие теоретические соображения, экспериментальные исследования и первые опыты математического моделирования убеждают в том, что биогеоценозы представляют собой объективно существующие, логически объяснимые далее неделимые элементарные структуры поверхности Земли, находящиеся в длительном стационарном состоянии, условно называемом состоянием динамического равновесия различных процессов, слагающих круговорот вещества и энергии в биогеоценозах (газообмен, круговорот растворов, синтез и распад органических веществ и т.д.).

5. Биогеоценология является самостоятельной естественноисторической дисциплиной, возникновение которой было предсказано В.В. Докучаевым в конце прошлого века, а формулировка основных положений осуществлена В.Н. Сукачевым в середине нашего века. Биогеоценология имеет определенный объект исследования (биогеоценозы) и свой метод исследования, который в отличие от многообразных аналитических методов, используемых для познания частных процессов и механизмов в отдельных звеньях биогеоценоза, является методом синтетическим. В основе биогеоценологического метода лежит познание количественных закономерностей общего круговорота вещества и энергии в биогеоценозе, складывающегося из множества комбинаций частных процессов поступления, превращения и выходов вещества и энергии в отдельных звеньях биогеоценозов. Широко применяемые в биогеоценологии различные аналитические методы исследования необходимы для получения информации о различных частных процессах, происходящих в биогеоценозах, обработка которой как в феноменологическом (метод эмпирического обобщения, по Вернадскому), так и в математическом плане лежит в основе биогеоценологического метода — метода познания комплекса взаимосвязанных процессов и явлений, определяющих формирование конкретных биогеоценозов и их биогеохимическую деятельность. В этом смысле биогеоценология является в равной степени наукой естественноисторической и математической [Ляпунов, 1958; Шмальгаузен, 1960; 1961; Александрова, 1961; Полетаев, 1966; Эман, 1966]. Сравнительно-географический и стационарный методы исследования почв и биогеоценозов существенно дополняются экспериментальными исследованиями.

6. Из всех понятий, близких к понятию «биогеоценоза», наибольшее значение имеет понятие «экосистема», поскольку оно широко распространено во всех зарубежных странах (а также и в СССР, например работы Г.Г. Винберга). Термин «экосистема» впервые употребил Тенсли (Tansley) в 1935 г. в статье, где он, критикуя представление Клементса о биоме как организме и Филипса как о «комплексом организме», предлагает взамен термина «организм» термин «система» и вводит понятие экосистемы как относительно устойчивой системы динамического равновесия, в которой организмы и неорганические факторы являются полноправными компонентами. Определение Тенсли повторялось и повторяется многими авторами. Так, Юджин Одум (1959) определяет экосистему следующим образом: «Экосистема включает как организм, так и абиоти-

ческую среду... Выделяются 4 составляющие части экосистемы: 1) абиотические вещества неорганические и органические, 2) организмы-производители, продуценты (producers), 3) организмы-потребители, консументы (consumers), к которым относятся гетеротрофные организмы, главным образом животные, и 4) организмы-разлагатели, редуценты (decomposers), главным образом бактерии и грибы, которые разрушают сложные вещества мертвой протоплазмы и высвобождают простые вещества, способные вновь потребляться продуцентами». Эванс в статье «Экосистема как основная единица экологии» подчеркивает, что экосистема складывается из живых и неживых компонентов, причем он обращает внимание на то, что «циркуляция энергии и материи в неживой части экосистемы связана с такими физическими процессами, как испарение и увлажнение, эрозии и отложение осадков [Evans, 1956]. Можно добавить, что Вилли (1964) также характеризует экосистему как «естественную единицу, представляющую совокупность живых и неживых элементов; в результате взаимодействия этих элементов создается устойчивая система, где имеет место круговорот веществ между живыми и неживыми частями».

Мы видим, что определения экосистемы по существу идентичны понятию биогеоценоза в его функциональной части. Однако между ними имеется важное различие. Оно заключается в том, что биогеоценоз (по Сукачеву) является еще и территориальной или, точнее, элементарной биохорологической единицей, представляющей определенный участок территории или акватории. Более того, размеры биогеоценоза (по Сукачеву) четко определены площадью фитоценоза. Экосистема же определяется не как территориальная единица, не как некий однотипный участок территории, а лишь как функциональная система, и ее размеры не определяются заранее заданным правилом. Экосистемы могут быть разных порядков: от самых мельчайших до весьма обширных, вплоть до того, что вся поверхность Земли рассматривается как одна экосистема.

Центральной концепцией экосистемы является представление о цепях питания и трофических уровнях. В 1942 г. Раймонд Линдеман (Lindeman) опубликовал работу «Трофико-динамический аспект экологии», в которой он впервые применил энергетический подход для изучения пищевых связей по трофическим уровням. Этот подход быстро завоевал умы экологов. Разработкой этого направления занялись главным образом гидробиологи как зарубежные (Одум и его школа), так и отечественные (Винберг и его школа), а также некоторые экологи, изучающие наземные экосистемы.

Большие успехи в области количественного изучения потока вещества и энергии по трофическим уровням в водных экосистемах по сравнению с наземными вызваны в основном тем, что большинство гидробиологов работало в водоемах сравнительно небольших размеров, экосистемы которых четко отграничивались от окружающей среды. Мы отмечали, что значение границ в длительном функционировании биогеоценозов весьма велико и что это было учтено в определении биогеоценоза. Малые размеры водоемов, четкость их границ и однородность водной среды позволяли ставить методические работы так, что удавалось произвести количественный учет организмов по всем трофическим уровням, учет количества отмерших остатков и скорости их разложения, установить и количественно измерить элементы круговорота вещества и энергии и в различных звеньях экосистемы и ее общий баланс.

Когда же исследователи обращаются к наземным экосистемам, перед ними встают значительные трудности при проведении работ, имеющих целью проследить перемещение вещества и энергии в пределах экосистемы и, тем самым, представить количественную картину баланса вещества и энергии. Эти трудности вызваны постепенностью границ наземных биогеоценозов, гетерогенностью среды и многими другими факторами.

Важная особенность наземных экосистем заключается в наличии широкого потока консументов — животных, пищевые связи которых иногда распространяются на десятки километров. Большое количество животных не привязано в течение всей своей жизни к определенному месту. Многие птицы гнездятся в одном месте, а кормятся в другом, таким образом, в одном месте они отчуждают вещества и энергию, заключающуюся в съеденной ими растительной массе, если это фитофаги, или через пищевые цепи, если это насекомоядные или хищники, а в другое место они вносят эту энергию (за вычетом потерь по тем или иным статьям) в виде экскрементов и трупов. Подобные перемещения животных часто имеют систематический суточный цикл, часто сезонный, но ряд животных, имеющих широкий ареал «кормной базы», могут попадать в данный биогеоценоз хотя и часто, но не регулярно. Животные могут мигрировать, покидать свои кормные участки и снова возвращаться на них. Эта подвижность животных и большая сложность и многомерность пищевых отношений создает громоздкую и в целом трудно установимую картину для выявления количественной стороны перемещения вещества и энергии.

Принимая во внимание эти трудности, представление о биогеоценозе как о единице, ограниченной площадью одного фитоценоза, имеет определенные методические преимущества перед понятием экосистемы, поскольку территория точно определена и в ее пределах можно поставить многолетние наблюдения за деятельностью консументов разных порядков, а также изучить деятельность редуцентов в пределах данного участка и в результате получить статистически достоверную картину балансовых отношений перемещения вещества и энергии, которые здесь складываются. Пока еще никто не поставил таких работ, но в принципе их выполнение возможно.

Следует отметить еще одну существенную черту отличия биогеоценоза и экосистемы: понятие биогеоценоза применимо полностью лишь к наземным объектам. К водным объектам оно применимо только частично и требует соответствующего исследования. Это связано с тем, что биогеоценоз как территориальная единица определяется в основном через площадь фитоценоза; это можно сделать лишь для водных фитоценозов и только в мелких и небольших водоемах. В океанах же биогеоценозы как элементарные единицы выделить очень трудно, а большей частью вообще невозможно. Понятие же экосистемы, хотя и более неопределенно по ее размерам и границам, чем понятие биогеоценоза, но оно вполне применимо к океаническим объектам любого уровня, в том числе к глубоководным объектам, где выделяются экосистемы без автотрофов, состоящие сначала только из консументов, хищников и их водной среды, а глубже — только из хищников 2-го и 3-го порядков и их водной среды.

Таким образом, несмотря на сходство понятий «экосистема» и «биогеоценоз», между ними есть существенное различие, заключающееся в том, что биогеоценоз является элементарной биохорологической единицей на Земле с определенным функциональным содержанием (круговорот вещества и энергии и т.д.), тогда как экосистема лишена строгой биохорологической основы и (потому не является и не может быть элементарной биохорологической единицей. Чаще всего работы по экосистемам носят в основном трофико-энергетический характер, в них не уделяется достаточного внимания таким важным вопросам, как почвообразование, илообразование, роли мерзлотных явлений и т.д.

Вслед за В.Н. Сукачевым мы считаем биогеоценоз самостоятельным природным объектом, а биогеоценологию — самостоятельной естественноисторической дисциплиной, отличной от собственно биологических дисциплин (биология, включая экологию) и от геолого-географических наук, включая учение о биосфере и биогеохимию в понимании В.И. Вернадского. Связь между этими дисциплинами существует (их разработка может вестись на основе комплекс-

ных исследований), но она представляет собой связь между равными, а не подчиненными дисциплинами.

7. Рассмотрев вопрос об элементарных биохорологических подразделениях «области жизни», мы пришли к выводу, что наиболее полно этому понятию соответствует биогеоценоз в определении В.Н. Сукачева и показали различие между понятиями «экосистема» и «биогеоценоз». Следующим узловым вопросом рассматриваемой нами проблемы является определение понятия «области жизни» и ее места среди других геосфер планеты.

Большое значение для внесения ясности в этот вопрос сыграло созданное В.И. Вернадским учение о биосфере как об одной из геосфер, которая коренным и необратимым образом изменена под влиянием живых существ, их современной и ранее протекаемой жизнедеятельности. По Вернадскому, к биосфере относятся нижние слои стратосферы, вся тропосфера, верхняя часть литосферы, сложенная осадочными породами (стратисфера) и гидросфера. Таким образом, верхняя граница биосферы простирается до высоты около 23 км над поверхностью Земли, а нижняя проходит в среднем на глубине около 16 км под ее поверхностью, точнее, по верхней границе раздела Мохоровичича.

В пределах биосферы, очерченной Вернадским столь широко, выделяется более узкий слой «области жизни», где в настоящее время протекают активные процессы биогенеза, слой основного средоточия ныне существующих живых организмов, включающий как живые существа, так и вовлекаемые ими в биологический круговорот части литосферы, атмосферы и гидросферы. Этот слой был выделен и охарактеризован Е.М. Лавренко (1949; 1964) как фитогеосфера, поскольку основную роль как по массе, так и (что особенно важно) в отношении энергетическом в нем играют растения. По Лавренко, на суше в объем фитогеосферы входят кроме биоценозов также нижний слой тропосферы мощностью в несколько десятков метров и почва с подпочвой — место средоточия корневых систем растений и микроорганизмов, а также животных. Если мощность биосферы измеряется как в области суши, так и в области океанов десятками километров, то мощность фитогеосферы измеряется на суше метрами или десятками метров (редко около 100 м или даже выше). В морях и океанах фитогеосфера отличается обычно большей мощностью, чем на суше. При такой трактовке фитогеосфера является синонимом эпигенемы Р.И. Аболина (1914) и биогеоценотической оболочки В.Н. Сукачева (1964) или биогосферы Н.В. Дылиса (1964). Некоторые называют этот слой биосферой [Odum, 1966]. Н.П. Наумов ставит понятие «биосфера» в ряду чисто биологических явлений, что еще больше сужает исходное определение биосферы Вернадским и больше соответствует понятию «слой живого вещества» или «биострома» Лавренко. Однако за термином «биосфера» лучше сохранить тот смысл, который придавал ей Вернадский. Для унификации и упрощения терминологии мы предлагаем для обозначения «области жизни» или биогеоценотической оболочки применить термин *витасфера*. Употребление частицы «вита» будет подчеркивать, что это слой, населенный ныне живущими организмами. Любопытно, что геологи (Ляйель, Зюсс и Вернадский) не ввели в термин «биосфера» частицу «гео», тогда как ботаники (Лавренко, Сукачев, Дылис) вводят эту частицу в свои определения, что психологически затрудняет восприятие их терминов. Нередко витасферу (фитогосферу или биогеоценотическую оболочку) считают понятием, близким к географической (ландшафтной) оболочке географов [Григорьев, 1938–1942; Калесник, 1955; 1959; Исаченко, 1962; Сочава, 1963; Арманд, 1968] или ландшафтной геосфере [Мильков, 1959], или геохоре [Бяллович, 1960]. Однако между понятиями «витасфера» и «географическая оболочка» (ландшафтная среда) имеется существенное различие. Прежде всего в состав витасферы входят только те природные системы, в которых имеется жизнь, в состав же ланд-

шафтной оболочки входят и такие геосистемы [Сочава, 1963], где жизнь отсутствует: действующие вулканы, лавовые озера, стерильные участки вечных льдов в Арктике, Антарктике и высокогорьях и тому подобные абиотические ландшафты. Хотя такие участки занимают ничтожные площади по сравнению со всей протяженностью географической оболочки, но все-таки они существуют, представляя собой особый тип геосистем, лишенных жизни, и их изучение входит в область ландшафтоведения. К подобным участкам Н.В. Дылис (1964) относит также некоторые разности горячих песчаных пустынь, особо соленые водоемы, молодые сели, молодые осыпи и размывы, молодые аллювии и ряд созданных человеком абиотических ландшафтов. Однако данный автор не совсем точен: в этих местах биогеоценотический процесс хотя и очень слабо выражен, но все же имеется прежде всего потому, что все они населены микроорганизмами, которые в ряде случаев весьма обильны. Как правило, здесь обильны и зачатки макрофитов (семена, споры), встречаются и отдельные представители крупных организмов. Такие участки скорее должны быть отнесены к неполночленным, биологически открытым биогеоценозам, по терминологии того же автора, большинство из них представляет инициальные стадии в развитии биогеоценозов.

Географическая оболочка отличается от витасферы также тем, что толщина последней не совпадает с толщиной географической оболочки или с «мощностью» ландшафта [Перельман, 1960]. В крайних условиях существования, где живые организмы развиты лишь в виде тонкой пленки (например, на поверхности скал) или в очень узком слое (например, в высокоширотных областях Арктики и Антарктики), «мощность» ландшафта значительно превышает толщину собственно биогеоценологического слоя.

Далее, как справедливо отметил Сочава (1961), понятие географической или ландшафтной оболочки и ее подразделение (ландшафтов, фаций) подразумевает рассмотрение отношений не только между биотическим и абиотическим компонентами, но и всестороннее изучение связей в пределах собственно абиотических компонентов, в том числе тектонических явлений, процессов эрозии, динамики воздушных масс и т.д., в то время как в понятии витасферы и ее подразделений (биогеоценозов, экосистем разного порядка) ведущим является биоэнергетический аспект. В сущности, ландшафтами следует называть выделенные биосферы во всю ее толщу, т.е. захватывая верхнюю часть литосферы и тропосферу, тем самым географическую или ландшафтную оболочку следует рассматривать как синоним биосферы В.И. Вернадского. Именно так в последнее время трактуется ландшафтная среда (от тропосферы до раздела Мохоровичича) один из ведущих теоретиков географии Д.Л. Арманд (1968).

В пределах витасферы можно выделить еще один слой – само «живое вещество» (термин Вернадского), заключенное во множестве разнообразных живых индивидуумов, населяющих нашу планету. Е.М. Лавренко (1964) предложил, используя словообразование, примененное Г.Н. Высоцким (1925), называть слой живого вещества Земли биостромой; В.Н. Беклемишев (1964) употребил термин «геомериды», но название биострома, видимо, является наиболее удачным [Завадский, 1966], его и следует закрепить для обозначения всего живого вещества биосферы; за термином же «биосфера» сохранить то значение, которое ему придавал В.И. Вернадский. Поэтому, во избежание смешения понятий и путаницы в терминологии, не стоит термин «биосфера» употреблять при перечислении чисто биологических систем, как это делают некоторые авторы [Наумов, 1964; Чижек, 1965].

Таким образом, в глобальном масштабе, при рассмотрении оболочек Земли (геосфер), так или иначе связанных с деятельностью живых существ, современная наука различает по крайней мере три уровня (табл. 1).

Земные оболочки, или геосферы, и их подразделения

Геосферы	Основные подразделения
Биосфера, по Вернадскому (ландшафтная или географическая оболочка географов), – геосфера, структура и состав которой в основных чертах predeterminedены деятельностью живых существ: вся тропосфера, гидросфера, литосфера; мощность до 30 – 40 км	Ландшафты или геохоры, их объединения и части ландшафтов (урочища и т. п.); материки, океаны; физико-географические районы разных рангов и т.д.
Витасфера (эпигенема, фитогеосфера, биогеоценотическая оболочка) – слой биосферы, или область жизни, включающая ныне живущие организмы и вовлекаемые ими в биологический круговорот части атмосферы, гидросферы и литосферы; мощность на суше до сотни метров	Экоиды (по Негри), экосистемы (по Тенсли), биогеоценозы (по Сукачеву) и т.д.
Биострома, по Лавренко («слой живого вещества», «пленка жизни» по Вернадскому), – живое вещество существ, населяющих Землю; мощность на суше от нескольких миллиметров до нескольких десятков метров	Ценоячейки (по Ипатову), консорции (по Раменскому), синузии (по Липпмаа), фитоценозы (по Гамсу и Сукачеву)

Первый уровень – биосфера, в смысле В.И. Вернадского, это то же, что и географическая, или ландшафтная, оболочка географов.

Второй уровень – витасфера, это фитотеосфера, в смысле Е.М. Лавренко, или биогеоценотическая оболочка по В.Н. Сукачеву.

Третий уровень – биострома, по Е.М. Лавренко; этот слой состоит из живого вещества организмов, населяющих Землю.

В то время как биосфера, в смысле Вернадского, представляет собой объект изучения геологических и физико-географических наук, а биострома, состоящая из живого вещества организмов, является объектом биологических наук, витасфера представляет собой совокупность биологических, биогенных и биокосных объектов и явлений в верхней части биосферы и изучается на стыке наук биологических и наук, изучающих объекты неживой («косной») природы. Это было отмечено В.Н. Сукачевым, выделившим биогеоценологию в разряд самостоятельной дисциплины естествознания.

Попутно отметим, что, говоря о геосферах, можно выделить, согласно Вернадскому, еще одну геосферу – *ноосферу* (от греческого *ноос* – разум). Это – сфера Земли, охваченная деятельностью человека. Сейчас в связи с космическими полетами границы ноосферы вышли за пределы биосферы Земли.

Хотя витасфера, или «биогеоценотическая оболочка», представляет собой непрерывное образование, она не является аморфным континиумом [Тимофеев-Ресовский, 1964], а состоит из элементарных биохорологических единиц – биогеоценозов. (Биогеоценозы могут образовывать различные совокупности – таксоны, но их рассмотрение, как и проблема классификаций, не входит в задачу настоящей статьи. Следует заметить, что в пределах витасферы возможны выделения ряда подчиненных геосфер. Так, например, оценивая выдающееся значение почвенного гумуса в круговороте веществ на суше, В.А. Ковда с сотрудниками (1959) предложили выделить еще одну оболочку – гумусовую, или гумосферу, являющуюся частью почвенной оболочки суши – педосферы. Учитывая, что аналогом почв в океане и морях являются илы, можно говорить и о пелосфере – особой оболочке, сплошь покрывающей две трети планеты. Такие выделения геосфер правомочны, но они носят частный и подчиненный характер.

Заключение

8. Рассматривая основные понятия и термины, относящиеся к биосферной проблематике, можно отметить необычайное их разнообразие. Вместе с тем, приобщение биологов или географов к этой проблеме сопровождается часто некритическим использованием этих терминов и понятий. В частности, это относится как к выделению низших таксономических единиц – экосистем, биогеоценозов, ландшафтов и их компонентов, так и глобальных оболочек. Следуя традициям и направлениям, сложившимся до «нашествия» биологов и географов в эту проблему, необходимо строго отнестись к основным постулатам учения о биосфере В.И. Вернадского и концепции В.Н. Сукачева о биогеоценозах. Биосфера – это геологическая оболочка планеты мощностью от границ стратосферы до нижней границы литосферы, т.е. в десятки километров, состав и строение которой прямо или косвенно связаны с деятельностью живых организмов в современной и в особенности былых геологических эпох. Ее синонимом является ландшафтная сфера географов [Арманд, 1968]. Область современной жизни и активного биогеоценоза на планете существенно отлична от биосферы, входя в нее структурно, но отличаясь от основной массы биосферы как по составу, так и по энергетике. Это «область жизни», названная нами витасферой, представляет собой небольшую (не более десятков, сотен метров) оболочку планеты, где совершается основная биогеохимическая работа живых организмов, где дается старт длительным во времени и пространстве биогеохимическим циклам миграции веществ на планете. Синонимами витасферы являются биогеоценотический покров, эпигенема, фитогеосфера, биогеосфера. Введение нового термина, отличающегося краткостью и ясностью, позволяет строго разделить вопросы, относящиеся к биосферной, т.е. к географо-геологической проблематике, от витасферной, т.е. биогеоценологической проблемы. Элементарной структурой витасферы следует считать биогеоценоз, который отличен от понятия экосистема, употребляемого разными авторами в самом различном объеме. Работы, намечаемые по Международной биологической проблеме – это работы в области витасферы, а не биосферы. Путаница в этих вопросах может оказать существенное влияние на обобщение и трактовку результатов, полученных во время Международного геофизического года, Международной гидрологической декады и Международной биологической программы.

Литература

1. Аболин Р.И. Опыт эпигенологической классификации болот // Болотоведение. 1914. №3–4.
2. Александрова В.Д. Растительное сообщество в свете некоторых идей кибернетики // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1961. Т. LXVI. Вып. 3.
3. Арманд Д.Л. Физическая география в наши дни. – М.: Знание, 1968.
4. Беклемишев В.Н. Об общих принципах организации жизни // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1964. Т. LXIX. Вып. 2.
5. Богданов А. 1913, 1917, 1922. Всеобщая организационная наука. (Тектология). Т. 1, 2, 3. – М., 1942.
6. Бяллович Ю.П. Биогеоценологические горизонты // Сб. работ по геоботанике, бот. географии, систематике раст. и палеогеографии. Тр. МОИП. Отд. биол. 1960. Вып. 3. Секц. ботаники.
7. Вернадский В.И. Биосфера. – Л., 1926.
8. Вернадский В.И. Биогеохимические очерки. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1940.

9. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы и ее окружения. — М.: Наука, 1965.
10. Вилли К. Биология. — М.: Мир, 1964.
11. Высоцкий Г.Н. Покрововедение // Зап. Белорусск. ин-та сельск. хоз-ва. 1925. №4.
12. Григорьев А.А. Опыт характеристики основных типов физико-географической среды // Пробл. физическ. геогр. 1938. Ч. I. Вып. 5; 1938. Ч. II. Вып. 6; 1938. Ч. III. Вып. 6; 1939. Ч. IV. Вып. 8; 1942. Ч. V. Вып. 11. — М.: Изд-во АН СССР.
13. Дылис Н.В. Принципы построения классификации лесных биогеоценозов // Основы лесной биогеоценологии. — М.: Наука, 1964.
14. Завадский К.М. Предмет и задачи современного дарвинизма // Бот. журн. 1957. №4.
15. Завадский К.М. Учение о виде. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1961.
16. Завадский К.М. Основные формы организации живого и их подразделения // Философск. пробл. совр. биол. — М.—Л.: Наука, 1966.
17. Исаченко А.Г. Учение о ландшафте и физико-географическое районирование. Л.: Изд-во ЛГУ, 1962.
18. Калесник С.В. Основы общего землеведения. — М.: Учпедгиз, 1955.
19. Калесник С. В. Современное состояние учения о ландшафтах // Мат-лы к 3-му съезду геогр. о-ва. — Л., 1959.
20. Ковда В.А., Якушевская И.В., Тюрюканов А.Н. Микроэлементы в почвах Советского Союза. — М.: Изд-во МГУ, 1959.
21. Лавренко Е.М. О фитогеосфере // Вопр. географии. Сб. 16. — М.: Географгиз, 1949.
22. Лавренко Е.М. Основные закономерности растительных сообществ и пути их изучения // Полевая геоботаника. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1959. Т. 1.
23. Лавренко Е.М. Об уровнях изучения органического мира в связи с познанием растительного покрова // Пробл. совр. ботаники. — М.—Л.: Наука, 1964. Т. 2.
24. Ляпунов А.А. О некоторых общих вопросах кибернетики // Пробл. кибернетики. — М.: Физматгиз, 1958. Вып. 1.
25. Ляпунов А.А. Об управляющих системах живой природы и общем понимании жизненных процессов // Пробл. кибернетики. — М.: Физматгиз, 1963. Вып. 10.
26. Мильков Ф.Н. Основные проблемы физической географии // Избр. Лекции Воронежского ун-та. 1959.
27. Наумов Н.П. О методологических проблемах биологии // Научн. докл. высш. школы. Философск. науки. 1964. №1.
28. Полетаев И.А. О математических моделях элементарных процессов в биогеоценозах // Пробл. кибернетики. — М.: Физматгиз, 1966. Вып. 16.
29. Перельман А.И. Геохимические принципы классификации ландшафтов // Вести. Моск. ун-та. 1960. №4.
30. Синская Е.Н. Об уровне грунтового приспособления в растительных популяциях // Пробл. популяции у высш. растений. — Л.: Изд-во АН СССР, 1961. Т. 1.
31. Сочава В.Б. Вопросы классификации растительности, типологии физико-географических фаций и биогеоценозов // Тр. Ин-та биологии УФАН СССР. — Свердловск, 1961. Вып. 27.
32. Сочава В.Б. Определение некоторых понятий и терминов физической географии // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. — Иркутск, 1963. Вып. 3.
33. Сукачев В.Н. Развитие растительности как элемента географической среды в соотношении с развитием общества // О геогр. среде в лесн. производстве». — Л.: Изд-во лесотехн. академии им. Кирова, 1940.
34. Сукачев В.Н. Идея развития фитоценологии // Сов. бот. 1942. №1—3.
35. Сукачев В.Н. Биогеоценология и фитоценология // ДАН СССР. 1945. Т. 47. №6.

36. Сукачев В.Н. Соотношение понятий биогеоценоз, экосистема и фацция // Почвоведение. 1960. №6.
37. Сукачев В.Н. Основные понятия лесной биогеоценологии // Основы лесн. биогеоценологии. — М.: Наука, 1964.
38. Сукачев В.Н. Основные современные проблемы биогеоценологии // Общая биология. 1965. Т. 26. №3.
39. Тимофеев-Ресовский Н.В. О некоторых принципах классификации биохорологических единиц // Тр. Ин-та биологии УФАИ СССР. — Свердловск, 1961. Вып. 27.
40. Тимофеев-Ресовский Н.В. Некоторые проблемы радиационной биогеоценологии // Пробл. кибернетики. — М.: Физматгиз, 1964. №12.
41. Тимофеев-Ресовский Н.В., Тюрюканов А.Н. Об элементарных биохорологических подразделениях биосферы // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1966. Т. LXXI. Вып. 1.
42. Тимофеев-Ресовский Н.В., Тюрюканов А.Н. Биогеоценология и почвоведение // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1967. Т. LXXII. №2.
43. Ушаков Б.П. О классификации приспособлений животных и растений и о роли цитозологии в разработке проблем адаптации // Пробл. цитозологии животных». — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1963.
44. Шмальгаузен И.И. Основы эволюционного прогресса в свете кибернетики // Пробл. кибернетики. — М.: Физматгиз, 1960. №4.
45. Шмальгаузен И.И. Интеграция биологических систем и их саморегуляция // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1961. Т. LXVI. Вып. 5.
46. Хайлов К.М. Проблема системной организованности в теоретической биологии // Общая биология. 1963. Т. 24. №5.
47. Хайлов К.М. Упорядоченность биологических систем // Успехи совр. биологии. 1966. Т. 61. Вып. 2.
48. Чижек Ф. Философские проблемы современной биологии // Философия и естествознание / Пер. с чешского. — М., 1965. Ил.
49. Эман Т.И. О некоторых математических моделях биогеоценозов // Пробл. кибернетики. — М.: Физматгиз, 1966. Вып. 16.
50. Янковский А.В. Проблема целостности биологического вида // Философск. пробл. совр. биологии. — М.—Л.: Наука, 1966.
51. Bertalanffy L. Das biologische Weltbild. — Bern, 1949. Bd. 1.
52. Bertalanffy L. Problems of life. — London, 1952.
53. Bertalanffy L. Modern concepts of biological adaptation // The historical development of physiological thought. — N.Y., 1959.
54. Bertalanffy L. Problems of life. N.Y., 1960.
55. Lindeman R. The trophic-dynamic aspect of ecology // Ecology. 1942. V. 23. №4.
56. Odum E.P. Fundamentals of ecology. — Philadelphia and London, 1959.
57. Odum E.P. Ecology. N.Y., Chicago, S.-Francisco, Toronto—London, 1966.
58. Odum H. An organisational hierarchy postulate for the interpretation of special individual distribution // Ecology/ 1960. V. 41. №2.
59. Pop E. Multiplacitateplanurilor de interrelaty in functiunile plantelor.// Studii si cercetari stiint/1963. T. 14. №1.
60. Tansley A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms // Ecology. 1935. V. 16. №3.

ПРОБЛЕМА «БИОСФЕРА И ЧЕЛОВЕЧЕСТВО» И БИОСФЕРНЫЙ КЛАСС НАУК¹

В истории человечества неуклонно, шаг за шагом, естественнонаучное и общественно-историческое воззрения, двигаясь навстречу друг другу, подходили к решению одной из узловых проблем современности – вопроса о взаимосвязи общества с природой.

Категория общественно-исторической теории и практики, разработанная К.Марксом и Ф.Энгельсом, стала руководящей нитью в выработке интегральной, внутренне расчлененной и систематически связанной картины взаимосвязи общества с природой. Практика есть процесс, в котором устанавливается и разворачивается, как писал В.И. Ленин, соотношение двух форм объективного процесса: «природа (механическая и химическая) и целеполагающая деятельность человека» [1].

В ходе общественно-исторической практики, с одной стороны, происходит развитие общественных отношений, а с другой – усиливается и разнообразится «соединение вещества природы с человеческим трудом» [2].

Обе эти стороны взаимосвязаны, и сама эта взаимосвязь, как подчеркивали классики марксизма, носит конкретно-исторический характер: «определенное отношение к природе обуславливается формой общества и наоборот. Здесь, как и повсюду, тождество природы и человека обнаруживается так же и в том, что ограниченное отношение людей к природе обуславливает их ограниченное отношение друг к другу, а их ограниченное отношение друг к другу – их ограниченное отношение к природе, и именно потому, что природа еще почти не видоизменена ходом истории» [3].

Видоизменение природы в направлении установления гармоничного и все-стороннего отношения людей к природе выражает естественноисторическое содержание общественной практики и представляет собой важнейшую предпосылку и вместе с тем цель перехода к высшей, коммунистической форме организации общества.

По мысли классиков марксизма содержательная сторона видоизменения природы ходом истории заключается в создании условий и предпосылок, по выражению К. Маркса, «производительного существования индивида» [4], принципиально отличного от естественного существования животного.

Своей концепцией развития общества классики марксизма поставили перед естествознанием задачу: найти процесс, в котором оба момента – движение вещества, вызванное внутренними природными силами, и движение вещества, вызванное деятельностью человека, – сплетаются и органически соединяются в единое взаимосвязанное целое, обладающее уже собственными специфическими за-

¹ Статья опубликована в сборнике «Чтения памяти Н.В. Тимофеева-Ресовского. – Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1983. – С. 150–162».

кономерностями функционирования и развития. Только обнаружение такого единого процесса позволит выявить однородность обоих моментов, соотнести их в количественном отношении, позволит оценить масштабы деятельности человека по видоизменению природы и выработать подлинно научные критерии для оценки перспективности тех или иных форм» соединения вещества природы с человеческим трудом».

Честь решения этой задачи, поставленной классиками марксизма перед естествознанием, принадлежит русской естество-венноисторической школе, во главе которой стоял и зачинателем которой был выдающийся русский естествоиспытатель В.В. Докучаев. Этим и определяется значение докучаевской школы в истории науки и общественной практики.

Последовательно охватывая и обобщая материал из различных областей естествознания, переходя ко все более глубоким и содержательным абстракциям, докучаевская школа выработала интегральную естественнонаучную картину исторического развития взаимосвязи человечества с природой.

Эта школа вступила на путь, о котором К.Маркс писал еще в 1844 г.: «Впоследствии естествознание включит в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание: это будет одна наука» [5]. На этом пути в естествознании начинает формироваться новый – биосферный – класс наук, дальнейшее развитие которого неизбежно приведет к пересмотру функциональных связей науки и производства и стратегии главных направлений развития естествознания и общества.

В.В. Докучаев сделал главное. Он показал, что человеку «противостоит» природа в форме интегральных систем (почвы, природные зоны), формирующихся и развивающихся в процессе длительного исторического взаимодействия мертвой и живой природы, климата, горных пород, поверхностных и грунтовых вод. И, следовательно, изучение взаимосвязи всех этих разнообразных факторов под углом зрения функционирования и развития интегральных природных систем составляет главный предмет и высшую прелесть, как писал В.В. Докучаев, естествознания [6]. И далее, изучение того, как человечество входит, включается в эти интегральные природные образования и, как вследствие этого, начинают формироваться новые интегральные (также природные!) образования, по существу, становится главной задачей естествознания будущего.

Взаимодействие с целостными природными образованиями – системами биосфер составляет самую общую и первоначальную основу и предпосылку человеческой деятельности. И если нужды индустриально-технического развития заставили отойти от этой основы и предпосылки, расщепить общую взаимосвязь природных процессов и эксплуатировать отдельные природные связи и свойства, то будущее развитие производства неизбежно вернется к общей взаимосвязи как к своей основе. Этот возврат составит необходимое условие восстановления единства общества с природой, преодоления того отчуждения между ними, которое доводится до крайней степени капитализмом [7].

Разработанное В.В. Докучаевым понятие естественноисторического тела (системы, образования) стало основополагающим понятием биосферного класса наук. Являясь элементарным (далее не разложимым, без потери качества), оно стало исходным моментом, всеобщей и универсальной основой изучения биосферы и ее систем, тем зародышем, из которого развились все другие понятия биосферных наук.

Создав генетическое почвоведение (учение о почве как естественноисторическом образовании), В.В. Докучаев перешел к разработке учения о зонах природы, в котором естественноисторический подход был применен в континентальном масштабе. В.И. Вернадский сделал следующий необходимый логический шаг – распространил естественноисторический принцип на исследование планеты в це-

лом и получил выдающийся результат: выделил биосферу как целостную интегральную оболочку Земли, функционирование и развитие которой определяется в основном биогеохимическими закономерностями.

На пути к созданию учения о биосфере В.И. Вернадский разработал понятия живого вещества, организованности биосферы, биогеохимической миграции химических элементов и ряд других, проводящих резкую разграничительную линию между учением о биосфере, с одной стороны, и комплексом физико-химических, биологических и геолого-географических наук — с другой. В биогеохимических принципах, сформулированных Вернадским, нашла отражение сущность учения о биосфере.

В этом учении В.И. Вернадский связал в единую систему научного аппарата множество эмпирических обобщений биосферного характера, столетиями формировавшихся в трудах натуралистов. Понятие биосферы стало ядром, центром необходимого, естественного и точного синтеза многочисленного эмпирического материала о жизни поверхностной оболочки нашей планеты.

В.И. Вернадский подчеркивал, что высокий уровень развития физики, химии, минералогии, биологии, геологии, географии и других конкретно-научных дисциплин составлял необходимую предпосылку разработки учения о биосфере с характерным для него синтетическим охватом совокупности взаимосвязей между различными природными процессами и явлениями.

Не менее существенно, что другой важнейшей предпосылкой создания учения о биосфере оказалось становление в XX столетии глобальной (общепланетарной) системы «биосфера и человечество». Процесс формирования этой системы противоречив. Так, мощное развитие производства сопровождалось нарушением целостности биосферных систем (эрозия почв, вырубание лесов, загрязнение водного и воздушного бассейнов и т.п.). Не случайно поэтому толчком к созданию В.В. Докучаевым учения о почве явился кризис в сельском хозяйстве России, обнаружившийся к концу XIX столетия. Учение о почве, собственно, и рассматривалось В.В. Докучаевым как естественнонаучная основа культивирования почв. Не случайно и то, что широкий интерес общественности к учению о биосфере возник в последние десятилетия, когда очень резко встал вопрос об охране природы и целесообразном использовании ее ресурсов. Продолжая линию В.В. Докучаева, В.И. Вернадский видел в учении о биосфере естественнонаучное обоснование использования человечеством производительных сил Земли. Поэтому можно с уверенностью утверждать, что исходным и вместе с тем конечным пунктом деятельности В.В. Докучаева и В.И. Вернадского было исследование взаимосвязи общества с природой, разработка теоретических и практических аспектов этой взаимосвязи.

В 1899 г. В.В. Докучаев писал: «Как известно, в самое последнее время все более и более формируется и обособляется одна из интереснейших дисциплин в области современного естествознания (учение о биосфере в нашем понимании — А.Т.), именно: учение о тех многосложных и многообразных соотношениях и взаимоотношениях, а равно и о законах, управляющих вековыми изменениями их, — которые существуют между так называемыми живой и мертвой природой, между а) поверхностными горными породами, б) пластикой земли, в) почвами, г) наземными и грунтовыми водами, д) климатом страны, е) растительными и ж) животными организмами (в том числе, и даже главным образом, низшими) и человеком, гордым венцом природы.

И эти закономерности, можно сказать, незыблемые, вековечные соотношения, находясь в основе, в корне наиболее существенных этнографических, исторических, бытовых, даже экономических, — социальных и всевозможных культурных особенностей и проявлений, — всегда, от века, роковым, неотразимым образом, тяготели над всем человеческим миром; и поныне, как Домоклов меч,

висят над ним, связывая мнимого господина земли по рукам и ногам, несмотря ни на какие успехи цивилизации, ни на какие открытия науки и техники, ни на какие политические перевороты, катастрофы, перемены и перетасовки.

Находясь, по самой сути дела, можно сказать, в самом центре всех важнейших отделов современного естествознания, каковы – геология, орогидрография, климатология, ботаника, зоология – и составляя, может быть, главное, центральное ядро его, стоит (не обнимая, однако, его вполне), насколько мы в состоянии судить, новейшее почвоведение, понимаемое в нашем, русском смысле слова» (т.е. генетическое почвоведение – А.Т., В.Ф.) [8].

Проблема «биосфера и человечество» стоит в центре последнего раздела учения о биосфере – намеченного, но не разработанного В.И. Вернадским, – раздела о ноосфере, т.е. о том этапе эволюции биосферы, когда начинает возникать и все более интенсивно разворачиваться в планетарном масштабе культурная биогеохимическая форма миграции вещества [9].

С точки зрения учения о ноосфере по-новому вырисовывается значение многих крупнейших обобщений, таких как принцип Дж. Геттона («в геологии мы не видим ни начала, ни конца»), принцип Ф. Реди («все живое от живого»), принцип цефализации Дж. Дана. Первые два принципа, взятые с комментариями и дополнениями В.И. Вернадского, указывают на постоянство действия геологических факторов на протяжении реально изучаемого отрезка истории Земли, к началу которого уже существовала биосфера, обладающая всеми основными своими биогеохимическими функциями. Принцип Дж. Дана выявляет важнейшую линию в эволюции органического мира – цефализацию, последовательное возникновение организмов со все более сложной и совершенной нервной системой.

Итак, на фоне постоянно действующих геологических факторов разворачивается процесс цефализации, следствием которого явилось возникновение человека. Сопоставление принципов Геттона, Реди и Дана раскрывает, следовательно, исторически закономерную преемственную связь человечества с биосферой и вместе с тем тот качественный скачок в развитии биосферы, который произошел с появлением человечества [10].

Учение о ноосфере – венец учения о биосфере. Но нельзя не подчеркнуть, что В.И. Вернадский закономерно пришел к учению о ноосфере именно потому, что исходным пунктом его размышлений было исследование взаимосвязи человечества с природой. Это положение не нуждается в доказательстве. А это означает, что представления В.И. Вернадского о биосфере могут быть поняты с надлежащей глубиной и широтой лишь с позиции учения о ноосфере, в котором они получили высшую интенсивность развития и достигли высшего уровня зрелости.

Лишь с этой позиции раскрывается смысл выдвинутого В.И. Вернадским положения о существовании трех реальностей – положения, имеющего огромное значение для дальнейшей разработки научной картины мира и формирования мировоззрения. Вернадский писал: «Мы должны сейчас различать три реальности: 1) реальность в области жизни человека, природные явления ноосферы и нашей планеты, взятой как целое; 2) микроскопическую реальность атомных явлений, которая захватывает и микроскопическую жизнь, и жизнь организмов, даже посредством приборов не видную вооруженному глазу человека, и 3) реальность космических просторов, в которых солнечная система и даже галактика теряются, неощутимые в области ноосферического разреза мира» [11].

Иными словами, научное понятие биосферы возникает тогда, когда она целиком охватывается культурной формой биогеохимической миграции химических элементов. Понятие ноосферы означает научное осознание этого факта. С этих позиций раскрывается естественноисторическое содержание вводимых В.И. Вернадским понятий о человечестве как мощной геологической силы и научной мысли как планетного явления.

Разрабатывая общее учение о биосфере, В.И. Вернадский особое внимание уделил понятиям, выражающим общие характеристики биосферы как целостной оболочки планеты. Такими понятиями стали понятия «живого вещества», «организованности биосферы», «растекания, давления, напора жизни», «термодинамического поля биосферы», «биогеохимической миграции химических элементов» и т.д.

Вместе с тем В.И. Вернадский неоднократно подчеркивал факт неоднородности, мозаичности биосферы. Это ставило задачу найти «опосредствующие звенья» между пониманием биосферы как единого целого и ее мозаичности, конкретными способами ее существования и проявления в различных ее областях. Необходимо было раскрыть существующую здесь диалектику общего и отдельного и выразить ее в соответствующих понятиях.

Эта важнейшая теоретическая проблема была решена В.Н. Сукачевым в учении о биогеоценозах как элементарных биохорологических единицах биосферы [12]. Решение этой проблемы имело принципиальное значение, так как давало логическую и фактическую основу представлению о многоуровневой структурной организованности биосферы от физических, химических и биологических структурных уровней материи [13]. Учение о биогеоценозах оказалось тем важнейшим шагом на пути развития биосферных идей, который позволил довершить построение общего контура исследования биосферы и выдвинуть положение о биосферном классе наук, изучающем биосферу в ее целостности и внутренней завершенности [14].

Работая «на стыке» биологии и географии, В.Н. Сукачев заострил внимание на взаимоотношении биосферного понятия биогеоценоза с географическими понятиями «ландшафт», «фация» — с одной стороны, и биологическим понятием «экосистема» — с другой. В последние годы жизни он писал: «Ее (биогеоценологии — А.Т., В.Ф.) идеи зародились почти одновременно в недрах биологии и географии. Однако по мере развития этой дисциплины и уточнения объекта изучения и содержания ее все более выявляется ее самостоятельность и она отделяется от ландшафтоведения и вообще от географии. В начале я тоже был склонен считать биогеоценологию ветвью географии..., но в дальнейшем пришел к выводу, что ее нельзя относить ни к биологическим, ни к географическим наукам» [15].

Странным образом этот огромный принципиальной важности вывод В.Н.-Сукачева игнорируется в современной литературе, когда силой обстоятельств биологи и географы вынуждены обращаться к учению о биосфере. Между тем игнорирование сделанного В.Н. Сукачевым вывода вольно или невольно выхолащивает саму сущность докучаевского направления в естествознании и основное содержание учения о биосфере — с одной стороны, и ведет к размыванию четких границ биологии и географии — с другой [16].

Биогеоценология, придав учению о биосфере форму внутренней логической завершенности, позволила вплотную приступить к разработке учения о ноосфере.

Эту страницу в истории развития биосферных идей открыл Н.В. Тимофеев-Ресовский. Прежде всего ему принадлежит заслуга в подведении итога всему предшествующему периоду развития докучаевской школы в естествознании.

Воспитанный в школе выдающихся ученых-генетиков С.С. Четверикова и Н.К. Кольцова, он обладал особенно острым восприятием динамики природных взаимосвязей и их организации в целостное единство. Вместе с тем последний период его творчества совпал со временем, когда необычайно интенсивно и весьма разнообразно обнаружились отрицательные последствия влияния индустриального и военно-технического развития на целостность биосферных систем.

Н.В. Тимофеев-Ресовский первый сформулировал проблему «биосфера и человечество» как проблему, в которой лежат фактические и логические истоки дальнейшего развития естественнонаучной мысли в биосферном плане,

В этой позиции содержится магистральный путь сближения наук о природе и науки о человеке, связи естествознания с общественной практикой. Эта позиция научно истинна, потому что она соответствует современной действительности, когда наука, по выражению К.Маркса, становится непосредственной производительной силой.

Н.В. Тимофеев-Ресовский показал, что при анализе вопроса о взаимосвязи общества с природой следует исходить не из абстрактного представления о «природе вообще», а из понятия о биосфере как области жизни человечества. В противном случае анализ оказывается не только бесперспективным и бессодержательным, но и приобретает ретроградный характер.

Статья Н.В. Тимофеева-Ресовского, воспроизводимая в данном сборнике [17], а также и другие его работы [18; 19; 20], отчетливо обнаруживают его «биосферный ключ» в трактовке актуальных проблем современности. Выдающиеся достижения в области генетики, физики, химии, техники создают, по Н.В. Тимофееву-Ресовскому, новые возможности оптимизации биосферных систем. К этому должны быть направлены и этому должны быть подчинены достижения науки. Прогресс в отдельных областях науки, техники и производства — в конечном счете важен не сам по себе, в своей отдельности — важен в той мере, в какой раскрывает потенциальные возможности биосферных систем и расширяет сферу взаимосвязи человечества с биосферой.

В публикуемой в этом сборнике статье Н.В. Тимофеев-Ресовский показывает, что во всех трех основных звеньях миграции вещества и энергии в биосфере — в фотосинтетических процессах, во внутрибиоценологических отношениях (в биологическом круговороте биосферы) и на выходе из биологического круговорота в геологию имеется скрытый резерв увеличения биопродуктивности биосферных систем, что достижения науки и техники позволяют использовать этот резерв и тем самым радикально решать энергетические, сырьевые и ресурсные проблемы человечества.

Такой биосферный (или, что то же самое, естественноисторический) подход в полной мере соответствует марксистскому пониманию сущности и характера общественного производства. Такой подход выявляет, почему и в чем именно современная технология производства наталкивается на свои собственные границы, в чем она противоречит внутренней природе («внутренним границам», по Марксу) производства и каким образом могут быть преодолены эти ограниченные возможности («внешние границы», по Марксу) современной технологии.

На этой биосферно-ноосферной основе Н.В. Тимофеев-Ресовский формулирует фундаментальнейшее положение об исторической неизбежности перевода сельскохозяйственного производства на биогеоценологическую основу.

Резко обострившиеся в последние десятилетия противоречия в исторически формирующейся системе «биосфера — человечество», выразившиеся в форме экологических и ресурсно-энергетических проблем, самым настоятельным образом потребовали анализа, по выражению Маркса, «производительной силы самой природы» [21], в ее динамике и потенциальных возможностях. Такой анализ, единственно продуктивный лишь на базе докучаевского направления в естествознании, сделал необходимым введение понятия витасферы как области активного биогенеза на планете [22]. Разработка данного понятия опиралась на представление о существовании трех — биологического, биогенного и биогеохимического — типов круговорота вещества и энергии в биосфере [23].

Понятие витасферы углубляет и конкретизирует выдвигавшиеся еще В.И. Вернадским представления о «пленке жизни», «области сгущения жизни», отделяя их

от близкородственных географических и биологических (географическая оболочка, ландшафт, экосистема и т.д.) понятий, выявляет специфику биосферного подхода к анализу законов функционирования и развития наружной оболочки нашей планеты. С другой стороны, понятие витасферы конкретизирует введенное В.И. Вернадским понятие «былые биосферы». Последние представляют собой продукты геологически предшествовавших витасфер. Тем самым понятие витасферы позволило на собственно внутренней, биосферной, основе (а не на основе географо-геологических или биологических критериев) подойти к вопросу о границах («пределах») биосферы. Стало ясно, что следует выделять собственно биосферный (характеризующий биосферу в целом) и витасферный уровни организации биосферы.

В результате возникла необходимость говорить о выделении наук, изучающих собственно биосферу, витасферу, почвы и биогеоценозы в особый биосферный класс наук, в котором в первом приближении можно наметить следующие уровни организации объектов и соответствующих наук: почвенный, биогеоценотический, витасферный, биосферный.

В биосферном классе наук основным становится биогеоценотический метод исследования — сопряженный метод естественноисторического анализа и моделирования, причем акцент при этом делается на анализ связей внутри системы или между системами. Эти связи настолько сложны и глубоки, что охватывают не только нынешние взаимоотношения внутри системы, но и обеспечивают «связь времен» в системе, т.е. связь долгодействующих векторизованных подсистем и процессов и статистически-случайных процессов современности. Это разнообразие связей, их множественность и разнокачественность во времени и пространстве обеспечивает стабильность природных систем (биогеоценозов) во времени и пространстве, приводящая их в состояние стационарного (динамического, а не статичного) режима.

Науки биосферного класса, разрабатывая отдельные уровни и аспекты функционирования биосферы и ее систем, образуют единую теоретическую систему взглядов, имеющую, соответственно, и множество «выходов» на современную общественную практику.

Учение о биосфере составляет общую концептуальную основу всего биосферного класса наук. Выделяя это особое и важное значение учения о биосфере, целесообразнее воспользоваться предложенным Г.В. Гегамяном термином «биосферология» [16]. Биосферология есть общее учение о биосфере как концептуальная основа биосферного класса наук. Это есть специальная теоретическая дисциплина, изучающая вопрос о предмете и методе исследования биосферных наук, разрабатывающая категориальный и «научный аппарат фактов и эмпирических обобщений» (выражение В.И. Вернадского) этих наук.

Процесс формирования биосферного класса наук, начатый созданием генетического почвоведения В.В. Докучаевым, имеет уже более чем столетнюю историю, а усиленное внимание к биосферной проблематике в последние десятилетия ставит вопрос о научно-организационном обеспечении развития биосферного класса наук, о необходимости введения новых и совершенствования уже имеющихся структурных подразделений в системе Академии наук СССР, о перестройке учебных программ в вузах с учетом развития биосферного направления в общественной практике, о разработке особых форм интеграции науки и производства, отражающим естественноисторический процесс становления единой системы «биосфера и человечество». Логика развития науки и становление биосферного класса наук, имеющего четкий предмет и метода исследования, с исторической неизбежностью ставит вопрос о необходимости разработки и решения проблемы «биосфера и человечество» как основного условия перехода и перевода биосферы Земли в новое состояние — ноосферу.

Литература

1. Ленин В.И. Полн. собр. соч. Т. 29. – С. 170.
2. Маркс К., Энгельс Ф. Соч., 2-е изд. Т. 6. – С. 441.
3. Маркс К., Энгельс Ф. Соч., 2-е изд. Т. 3. – С. 29–30.
4. Маркс К., Энгельс Ф. Соч., 2-е изд. Т. 46. Ч. I. – С. 481.
5. Маркс К., Энгельс Ф. Соч., 2-е изд. Т. 42. – С. 124.
6. Докучаев В.В. Избранные сочинения. – М.: Сельхозгиз, 1949. Т. 3. – С. 317–318.
7. Маркс К., Энгельс Ф. Соч., 2-е изд. Т. 46. Ч. I. – С. 478.
8. Докучаев В.В. Избранные сочинения. – М.: Сельхозгиз, 1949. Т. 3. – С. 331–332.
9. Вернадский В.И. Размышления натуралиста // Научная мысль как планетное явление. – М.: Наука, 1977. – С. 95, 98, 103.
10. Флоренский К.П., В.И. Вернадский – натуралист, естествоиспытатель // Бюлл. МОИП. Отд. геологии. 1963. Т. 38 (3). – С. 115–116.
11. Вернадский В.И. Размышления натуралиста // Научная мысль как планетное явление. – М.: Наука, 1977. – С. 24.
12. Тимофеев-Ресовский Н.В. Биогеоценология и почвоведение // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1967. Т. 72 (2). – С. 106–117.
13. Сукачев В.Н. Структура биогеоценозов и их динамика // Структура и формы материи. – М., 1967. – С. 560–577.
14. Галицкий В.В., Тюрюканов А.Н. Методологические предпосылки моделирования биогеоценологических процессов // Структура науки и механизм возникновения нового знания. – Обнинск–Москва, 1977. – С. 46–55.
15. Сукачев В.Н. Избранные труды. – Л.: Наука, 1972. Т. 1. – С. 356.
16. Гегамян Г.В. О биосферологии В.И.Вернадского // Журн. общ. биологии. 1980. Т. 41. №4. – С. 581–596.
17. Тимофеев-Ресовский Н.В. Биосфера и человечество // Научные труды Обнинского отдела ГО СССР. Сб. первый. 1968. Ч. 1. – С. 3–12.
18. Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов И.П., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. – М.: Наука, 1969.
19. Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глотов Н.В. Очерк учения о популяциях. – М.: Наука, 1973.
20. Тимофеев-Ресовский Н.В. О некоторых принципах классификации биохорологических единиц // Тр. ин-та биологии Уральского филиала АН СССР. 1961. вып. 27. – С. 23–29.
21. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 26. Ч. III. – С. 472.
22. Тюрюканов А.Н., Александрова В.Д. Витасфера Земли // Бюлл.МОИП. Отд. биол. – М., 1969. Т. 74. №4. – С.14–28.
23. Тюрюканов А.Н., Снакин В.В. Об изучении скорости биогенного круговорота химических элементов в биогеоценозах // Биосфера и почвы. – М., 1976. – С. 5–20.

В.В. ДОКУЧАЕВ И В.И. ВЕРНАДСКИЙ – ОСНОВАТЕЛИ УЧЕНИЯ О БИОСФЕРЕ И БИОСФЕРНОГО КЛАССА НАУК¹

«...Я исключительно преследовал общие задачи и стремился, по возможности, изучить чернозем с научной, естественноисторической точки зрения, мне казалось, что только на такой основе и только после всесторонней научной установки этой основы и могут быть построены различного рода действительно практические меры к поднятию сельского хозяйства черноземной полосы России...»

В.В. Докучаев

За последнее время в науке и практике резко возрос интерес к проблеме взаимоотношения человечества с природной средой. Множество статей, книг, конференций, симпозиумов, международных соглашений, национальных законов и постановлений об охране природы создали предпосылки для выработки прогнозов развития системы «биосфера и человечество» на обозримое будущее, т.е. на начало третьего тысячелетия. Однако к проблеме взаимоотношений между человечеством и природной средой его обитания, имеющей фундаментальное, мировоззренческое значение, подключились представители разных специальностей со своим специфическим научным аппаратом, языком и терминологией. Уже выяснилось множество недостатков в такой «гибридизации». Среди них один из существенных – недооценка длительности истории этой проблемы, истории ее разработки, гипертрофия ее новизны и неспособность некоторых специалистов подняться до уровня натуралистов высокого ранга.

В конце 50-х – начале 60-х годов, отмечая общие тенденции в развитии отечественного естествознания в аспекте создания общего учения о биосфере, Н.В. Тимофеев-Ресовский (1968) писал, что стержень этой сложной проблемы проходит через научные школы В.В. Докучаева, В.И. Вернадского и В.Н. Сукачева. Развивая концепции этих ученых и их школ, следует ожидать создания единого фундаментального учения о биосфере, которое в сочетании с марксистско-ленинским учением об обществе, ляжет в основу прогнозирования и управления глобальной системой «биосфера и человечество».

¹ Статья опубликована в «Бюллетене МОИП. Отд. биол. 1983. Т. 88. Вып. 6. – С. 3–12» к 100-летию выхода в свет «Русского чернозема» В.В. Докучаева, давшего начало генетическому почвоведению, и к 120-летию со дня рождения В.И. Вернадского.

Автор поставил своей задачей частично осветить научные корни проблемы «биосфера и человечество», подчеркнув длительность ее истории.

В.В. Докучаев и В.И. Вернадский относятся к той категории мыслителей, личность и труды которых выступают тем ярче и полнее, чем больше времени отдаляет нас от них. Обычно это происходит в тех случаях, когда мыслитель намного опережает свое время. С течением времени постепенно раскрывается глубина их мысли, широта охвата действительности, осмысливается их способность среди нагромождения фактов выявить и ясно и четко сформулировать коренные тенденции будущего развития науки, еще только нарождающиеся, еще «затемненные», пробивающие себе дорогу пока только в отдельных случаях и фактах. Мыслители такого ранга всегда современны. Вот почему обращение к Докучаеву и Вернадскому позволяет выработать необходимые масштабы и критерии для оценки современных проблем, дает ключ к их решению.

«Мы знаем только одну единственную науку, науку истории», писал Ф. Энгельс. Эти слова как будто специально предназначены для характеристики учения о биосфере. Факты, относящиеся к истории зарождения и формирования учения о биосфере, – это не только историография науки. История формирования учения о биосфере – это наука о становлении естественноисторической, диалектически противоречивой системы «биосфера и человечество».

К середине XX в. во всей полноте стал очевидным факт превращения человечества, по выражению В.И. Вернадского, в мощную геологическую силу. С этого времени взаимодействие природы и общества должно рассматриваться как взаимодействие двух глобальных геологических (общепланетарных) сил – биосферы и человечества. Превращение человечества в геологическую силу привело к выявлению всеобщей планетарной формы противоречивой системы «биосфера и человечество». Геологическим фактором нашей планеты человечество стало в результате быстрого развития крупного промышленного и сельскохозяйственного производства. Этот процесс оказался сопряженным с нарушением геологически и исторически сложившейся системы биосферных процессов, причем в ряде случаев нарушение приняло необратимый характер. В этом в полной мере выявилась противоречивость характера деятельности биосферных систем и производства. Производство основано на использовании одного или нескольких природных процессов (химических, физических, механических биологических и т.п.). Функционирование и развитие биосферных систем основано на взаимосвязи разнородных природных процессов.

Более 80 лет тому назад Докучаев ввел в науку понятие естественноисторического тела как системы, возникающей в ходе длительного взаимодействия разнообразных природных факторов. Биосфера, биосферные системы и подсистемы (витасфера, биогеоценозы, почвы и т.п.) – вот те реальные естественноисторические системы, которые определяют направление, темпы, разнообразие и взаимосвязь процессов, протекающих в биосфере и формирующих ее как особую сферу планеты. В биосфере как в особой геологической оболочке процесс развития происходит в рамках этих систем и подсистем.

В.В. Докучаев (1949) писал, что изучение биосферных естественноисторических систем ставит задачу выявления той «генетической, вековечной и всегда закономерной связи, какая существует между силами, телами и явлениями, между мертвой и живой природой, между растительным, животным и минеральным царствами, с одной стороны, человеком и его бытом и даже духовным миром – с другой» (с. 317–318).

Эта задача, стоящая перед исследованием биосферных систем, в определенном отношении противоположна целям так называемых фундаментальных, а также прикладных и технических наук (физики, химии и др.). Перед последними

стоит задача изучения отдельных сторон и процессов в их отвлечении от общей взаимосвязи в природе.

Докучаев многократно отмечал огромные успехи, достигнутые в изучении отдельных свойств и процессов. Он писал: «Не подлежит сомнению, что познание природы — ее сил, стихий, явлений и тел — сделало в течение XIX-го столетия такие гигантские шаги, что само столетие нередко называется веком естествознания, веком натуралистов. Но всматриваясь в эти величайшие приобретения человеческого знания, приобретения, можно сказать, перевернувшие наше мировоззрение на природу вверх дном, особенно после работ Лавуазье, Лайеля, Дарвина, Гельмгольца и др., нельзя не заметить одного весьма существенного и важного недочета... Изучались главным образом отдельные тела и минералы, горные породы, растения, животные и явления, отдельные стихии — огонь (вулканизм), вода, земля, воздух... Но теперь, в конце XIX века, выявляется новое направление в естествознании — изучение генетических, вековечных и всегда закономерных связей. Именно эти соотношения, эти закономерные взаимодействия и составляют сущность познания естества, ядро истинной натурфилософии, — лучшую и высшую прелесть естествознания. Они же... должны лежать в основе и всего склада человеческой жизни» (там же).

Предвидение Докучаева полностью оправдалось: развитие естествознания привело к формированию нового — биосферного — класса наук (биосферологии, генетического почвоведения, биогеоценологии и т.д.). Формирование биосферного класса наук — это путь, через который реализуется выявленное Докучаевым новое направление в естествознании. Докучаев стоял у истоков этого пути. Его гениальность заключается в том, что он сумел выявить это новое направление в естествознании и понять его масштабность, опираясь, по существу, на изучение одного из проявлений жизни биосферы — жизни почвы. Общепризнано значение Докучаева как творца генетического почвоведения. Но, к сожалению, не акцентируется внимание на том, что Докучаев тесно связывал генетическое почвоведение с новым направлением в естествознании и, опираясь на генетическое почвоведение, пришел к новой концепции естествознания в целом. Можно сказать, что именно выявление нового направления в естествознании в целом дает Докучаеву масштаб и критерий для оценки сущности генетического почвоведения, его места и роли в системе естественнонаучного знания.

«В самое последнее время, — писал Докучаев, — все более и более формируется и обособляется одна из интереснейших дисциплин в области современного естествознания, именно Учение о тех многосложных и многообразных соотношениях и взаимодействиях, а равно и о законах, управляющих вековыми изменениями их, которые существуют между так называемой живой и мертвой природой, между а) поверхностными горными породами, б) пластикой земли, с) почвами, d) наземными и грунтовыми водами, е) климатом страны, f) растительными и g) животными организмами (в том числе, и даже главным образом, низшими) и человеком, гордым венцом творения... Находясь по самой сути дела, можно сказать, в самом центре всех важнейших отделов современного естествознания, каковы геология, орогидрография, климатология, ботаника, зоология и, наконец, учение о человеке, в обширнейшем смысле этого слова и, таким образом, естественно, сближая и даже связывая их, эта, еще очень юная, но зато исполненная чрезвычайного, высшего, научного интереса и значения дисциплина с каждым годом делает все новые и новые успехи и завоевания, с каждым днем приобретает все более и более деятельных, энергичных и, главное, страстно любящих свою науку работников и адептов; и уже недалеко то время, когда она, по праву и великому для судеб человечества значению, займет вполне самостоятельное и почетное место, со своими собственными, строго определенными задачами и методами, не сме-

шиваясь с существующими отделами естествознания ни тем более с расплывающейся во все стороны географией.

Но пока настанет это желанное для естествознания и человека время, ближе всего к упомянутому Учению, составляя, может быть, главное, центральное ядро его, стоит (не обнимая, однако, его вполне), насколько мы в состоянии судить, новейшее почвоведение, понимаемое в нашем, русском смысле слова» (там же, с. 331–332).

Из приведенных слов Докучаева видно, что перед новым направлением в естествознании стоит задача выявления и изучения многосложных и многообразных связей между мертвой и живой природой. Это и есть прямое и точное определение предмета наук биосферного класса. Обращаем внимание на то, что в контексте его определения не употреблено слово «биосфера», но его обширное определение начинается со слова «Учение» с прописной буквы.

Докучаев отчетливо здесь говорит и о месте генетического почвоведения в системе знаний о многосложных и многообразных связях между мертвой и живой природой, выявляя, таким образом, место генетического почвоведения в системе наук биосферного класса. Докучаев определяет почву как естественноисторическое тело. Это означает, что в результате исторически длительного взаимодействия между мертвой и живой природой возникает новое образование — тело природы, один из видов биосферных систем, интегральных по своей природе. В качестве таких интегральных образований выступают все биосферные системы и подсистемы (собственно биосфера, витасфера, биогеоценозы и др.). Как интегральные образования биосферные системы характеризуются сопряженностью процессов, протекающих в косном и живом веществе. Косное и живое — два противоположных типа вещества, между которыми, как отмечал Вернадский, существует резкая граница. Биосферные системы — это те реальные природные формы (тела), в которых устанавливается сопряжение живого и косного вещества. Установление этого сопряжения (но не равновесия) и представляет собой процесс становления и формирования биосферных систем. Это обстоятельство подчеркнуто Докучаевым в его трактовке и определении естественноисторического тела. Установление сопряжения косного и живого вещества есть формирование многосложной и многообразной системы связей между биосферными процессами, есть выработка определенной организации биосферных систем и организованности всей биосферы — понятия, введенного учеником Докучаева В.И. Вернадским.

В этом смысле человечество живет и развивает производство путем потребления «процентов» от организованности биосферных систем. Структурная и функциональная организация почв и биогеоценозов — основной фактор биопродуктивности ныне живых биосферных систем (витасферы). Потребляемые человечеством полезные ископаемые (горючие ископаемые, известняки, руда и т.п.) — продукты деятельности былых биосфер. В структуре полезных ископаемых заключены остатки организованности былых биосферных систем, в результате деятельности которых они возникли. Сжигая уголь и нефть — продукты былых биосфер, человечество потребляет существующую в них «остаточную» форму организации химических элементов. После сжигания угля и нефти остается то же самое количество химических элементов, но исчезает форма их организованности. Из упорядоченного состояния элементы переводятся в состояние с большей энтропией. Энергия, получаемая таким образом, есть не что иное, как функция организованности былых и живой биосфер.

Но как возникает организованность биосферных систем? Какие факторы ведут к образованию структурной организованности почв, биогеоценозов? Наряду с такими факторами, как горные породы, климат, растительный и животный мир, Докучаев выделял фактор времени («возраст страны»). Нужно время, чтобы возникла организованность биосферных систем. Чтобы стать плодородной, почва

должна «созреть», приобрести определенную организованность. Действие и взаимосвязь факторов почвообразования только во времени приводят к возникновению организованности почв. Иначе говоря, время есть процесс накопления, аккумуляции организованности биосферных систем. Время – настоящее богатство биосферы, ее основной ресурс. Вольное или невольное разрушение организованности почв означает расхищение этого богатства биосферы.

Формулировка понятия о почве как природном естественноисторическом теле была большой исторической заслугой Докучаева. Признаки почв, их биопродуктивность есть производное от времени их формирования. Это одно из основных положений учения Докучаева о почвах. Проблема охраны и целесообразного использования почв – это проблема сохранения организованности почв, т.е. сбережения того времени, которое потребовалось на ее создание. Вместе с разрушением почв оказывается безвозвратно потерянным биосферное время, определяющее структуру организованности и возраста почв. Таким образом, определение почвы как естественноисторического тела подводит нас к осмыслению понятия «ресурса организованности почв». Естественноисторический подход оказывается, таким образом, в основе анализа «производительной силы» почв.

Положение Докучаева о возрасте страны как факторе почвообразования (шире – факторе формирования биосферных систем) оказывается ключом к пониманию современных проблем, связанных с охраной и рациональным использованием природных ресурсов. Генетическое почвоведение Докучаева – это узловая концепция в теоретическом анализе сущности современного кризиса, возникшего во взаимодействии человечества с витасферными (биогеоценотическими) системами биосферы.

К середине XX в. выяснилось, что человечество в ближайшие столетия может полностью исчерпать запасы горючих ископаемых, накопленных деятельностью «былых витасфер». Человечество вступило в фазу противоречия с биосферой в целом. Именно теперь, когда полем деятельности человечества стала биосфера в целом, биосферные проблемы приобрели глобальный и необычайно острый характер. Нельзя забывать, что главная причина этого противоречия состоит в социальной неустроенности человечества.

Биопродуктивность витасферы и потребление продуктов «былых витасфер» мы измеряем в тоннах или килокалориях. В этих же величинах мы выражаем ресурсы биосферы. Не правильнее ли ресурсы биосферы (витасферы и былых биосфер) исчислять еще и в величинах времени? Если сожжено «n»-е количество угля и нефти, если разрушено «n»-е количество почвы, то это значит, что потреблено или уничтожено «t»-е количество времени биосферных процессов, которое «ушло» на образование данного количества угля, нефти, почвы.

В настоящее время положение Вернадского о том, что человечество является общепланетарной силой, стало очевидным. Выявилась зависимость человечества от конечных размеров биосферы. Но именно теперь, когда человечество подходит к исчерпанию пространственного фактора биосферы, на первое место выдвигается вопрос о временном ресурсе биосферы. По существу, мы только сейчас можем в полной мере оценить и раскрыть фундаментальность тезиса Докучаева о возрасте страны как факторе почвообразовательного процесса, который мы склонны рассматривать как управляющий механизм организованности всех биосферных систем.

Труды Докучаева и Вернадского служат исходным пунктом и теоретической основой для анализа современных биосферных проблем. Именно они выявили основные принципы и методы исследования биосферных систем, сформулировали основные понятия учения о биосфере, вскрыли основные закономерности функционирования и развития биосферных систем.

Термин «биосфера» Докучаев не употреблял. Вернадский использовал этот термин для обозначения геологической оболочки нашей планеты, заимствовав

его у Зюсса и вложив в него строгое естественнонаучное содержание. Докучаев генетическим почвоведением, а затем своим учением о зонах природы создал необходимые теоретические предпосылки для последующего выявления Вернадским биосферы как общепланетарного и космического естественноисторического образования (тела).

С полным правом мы можем говорить о том, что Докучаев дал качественную (смысловую) характеристику учения о биосфере, а его ученик и последователь Вернадский особое внимание уделил выявлению количественных характеристик биосферы, изучению «числа и меры» биосферных процессов, выявлению «пределов биосферы». Только с выявлением количественных характеристик биосферы и текущих в ней процессов учение о биосфере получает завершенность. Еще Д.И. Менделеев, находившийся в дружеских отношениях с Докучаевым и во многом способствовавший утверждению докучаевских идей, отмечал, что изучение количественных соотношений является условием становления науки.

Мощное развитие естествознания в XVIII–XIX вв. было обусловлено резким ростом промышленного производства. Развитие общественно-исторической практики выросло и стимулом формирования биосферного класса наук.

Но становление биосферного класса наук связано с постановкой перед естествознанием принципиально новых задач – в науках этого класса основной проблемой оказывается исследование диалектически противоречивого единства «биосфера и человечество». В этих науках ставится задача преодолеть тот разрыв, который существовал и все еще существует между науками о природе и науками о человеке.

«Промышленность является действительным историческим отношением природы, а, следовательно, и естествознания к человеку. Поэтому если ее рассматривать как *экзотерическое* раскрытие человеческих *сущностных сил*, то понятна станет и *человеческая* сущность природы, или *природная* сущность человека; в результате этого естествознание утратит свое абстрактно материальное или, вернее, идеалистическое направление и станет основой *человеческой* науки, подобно тому, как оно уже теперь – хотя и в отчужденной форме – стало основой действительно человеческой жизни, а принимать *одну* основу для жизни, другую для *науки* – это значит с самого начала допускать ложь. Становящаяся в человеческой истории – этом акте возникновения человеческого общества – природа является *действительной* природой человека; поэтому природа, какой она становится – хотя и в *отчужденной* форме – благодаря промышленности, есть истинная *антропологическая* природа. ...Сама история является *действительной* частью *истории природы*, становления природы человеком. Впоследствии естествознание включит в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание: это будет *одна* наука.

...*Человек* есть непосредственный предмет естествознания... А природа есть непосредственный предмет *науки о человеке*².

Представления Докучаева и Вернадского о сущности провозглашенного ими нового направления в естествознании полностью отвечают вышеизложенным мыслям К. Маркса.

Из приведенных высказываний Докучаева отчетливо видно, что перед новым направлением в естествознании стоит задача изучения закономерных, генетических взаимосвязей, существующих между природными факторами, с одной стороны, и человечеством – с другой. Он писал: «И эти закономерные, можно сказать незыблемые, вековечные соотношения, находясь в основе, в корне наиболее существенных этнографических, исторических, бытовых, даже экономических, – социальных и всевозможных культурных человеческих особенностей и про-

² Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 42. – С. 124–125.

явлений, — всегда, от века, роковым, неотразимым образом тяготели над всем человеческим миром; и поныне как Дамоклов меч висят над ним, связывая много господина земли по рукам и ногам, несмотря ни на какие успехи цивилизации, ни на какие открытия науки и техники, ни на какие политические перевороты, катастрофы, перемены, перетасовки» (1949. — С. 331).

Этот подход — включение человеческой деятельности в предмет естествознания — Докучаев последовательно проводит и в учении о почве, и в учении о зонах природы.

Как справедливо отметили советские философы Э.В. Ильенков. (1971) и В.М. Федоров (1979), естественноисторический подход позволяет охватить диалектический характер взаимоотношения природы и общества.

Проблема «биосфера и человечество» стала основополагающей и в трудах Вернадского.

Вернадский разрабатывает вопрос о трех реальностях: реальности Космоса, реальности микромира и биосферной реальности. Последняя реальность есть сфера жизни, включая жизнедеятельность человечества. Именно биосферная реальность должна быть положена в основу естествознания. «Биосфера, — отмечал Вернадский (1975. — С. 70–71), — есть основное эмпирическое обобщение в логике естествознания».

В последние годы своей жизни Вернадский выдвигает идею ноосферы как высшего этапа эволюции биосферы, этапа, на котором человечество перестраивает биосферу, стремясь достигнуть гармоничного единства человека с природой. Предпосылкой перехода в ноосферу является не только высокий уровень развития науки, техники и производства, но и необходимость морального и этического совершенствования людей.

Выделение биосферы как особой планетарной оболочки нашей планеты стало мощным стимулом к дальнейшему обобщающему, синтетическому движению научной мысли, раскрыло сердцевину логической основы естествознания. В.И. Вернадский считал, что после научного открытия биосферы мы не можем игнорировать того факта, что логика естествознания в своих основах теснейшим образом связана с геологической оболочкой, где проявляется разум человека, т.е. глубоко и неразрывно связана с биосферой. Эту мысль Вернадского можно рассматривать как основное эмпирическое обобщение в логике естествознания.

В.И. Вернадский в разработанных им биогеохимических принципах, направленных на изучение истории атомов на нашей планете, угадал и основное направление поиска способа взаимосвязи трех реальностей — выявление организованности Космоса, которой он придавал исключительное значение, указывая, что организованность представляет собой самое характерное свойство биосферы. Геохимический подход к явлениям жизни, как подчеркивал В.И. Вернадский (1980. — С. 14–15), «вводит в закономерный, стройный мир атомов, в геометрию Космоса, явления жизни как неразрывную часть единого, закономерного целого». До В.И. Вернадского в картине научно построенного Космоса жизнь исчезала или играла ничтожную роль. Она не была связана с Космосом как необходимое закономерное звено. Нередко в философских и научных концепциях мира жизнь появлялась как самодовлеющая часть; она связывалась с научной картиной мира случайно и произвольно. Жизнь могла исчезнуть без того, чтобы в научной картине мира мироздания дрогнули и изменились бы заметным образом какие бы то ни было ее серьезные, важные черты.

Научный охват трех реальностей в их организованности позволил В.И. Вернадскому в 1922 г. в период разработки основных биогеохимических принципов с глубокой убежденностью предсказать неизбежность перехода человечества к освоению атомной энергии. Здесь целесообразно привести его высказывание (1922. — С. 19): «Мы подходим к великому перевороту в жизни человечества, с которым не

могут сравниться все им раньше пережитые. Недалеко время, когда человек получит в свои руки атомную энергию, такой источник силы, который даст ему возможность строить свою жизнь, как он захочет. Это может случиться в ближайшее время, может случиться через столетие. Но ясно, что это должно быть». Вернадский предупреждал, что необходимо направить усилия к «лучшей организации всего человечества», чтобы атомная энергия приносила добро, а не вела к самоуничтожению.

Обладая глубокими познаниями в области истории науки, философии и культуры, Вернадский отчетливо сознавал огромное революционизирующее воздействие учения о биосфере на мировоззрение современного человечества, на дальнейшее развитие его практической деятельности и на духовное совершенствование личности. Не случайно поэтому особый интерес к учению В.В. Докучаева и В.И. Вернадского в последние годы стали проявлять философы в своих работах, раскрывающих тесную связь концепции биосферы с глобальными проблемами современности, с интегративными тенденциями современной науки, с широким комплексом мировоззренческих проблем.

Творчество В.В. Докучаева и В.И. Вернадского, обобщающее многовековые наблюдения и взаимосвязи процессов и явлений в биосфере, было целенаправленно ориентировано на создание единой целостной концепции биосферы. «Естественноисторическая концепция, выдвинутая и обоснованная В.В. Докучаевым, а затем усовершенствованная в работах его последователей, — как справедливо подчеркивает В.М. Федоров (1979. — С. 25), — представляет собой стройную систему, которую следует рассматривать только в ее целостном виде». Выделение отдельных элементов или звеньев этой концепции или нарушение естественного взаимоотношения между ними неизбежно ведет к серьезным теоретическим ошибкам и чревато упущениями и просчетами в практической деятельности людей.

Докучаевская школа дала целую плеяду естествоиспытателей — прямых учеников Докучаева, внесших крупный вклад в развитие различных отраслей естествознания, в числе которых Н.М. Сибирцев, К.Д. Глинка (почвоведение), П.А. Землячинский и Ф.Ю. Левинсон-Лессинг (минералогия и петрография), П.В. Отоцкий (гидрология), В.И. Вернадский (генетическая минералогия и общее учение о биосфере) и др. Среди многочисленных последователей докучаевского направления в естествознании виднейшие представители отечественной естественнонаучной мысли: Г.Ф. Морозов и В.Н. Сукачев, Г.Ф. Мирчинк и Н.И. Вавилов, С.С. Неуструев и Л.И. Прасолов, Б.Б. Польшов и Л.С. Берг и уже их последователи — Л.А. Зенкевич, Н.В. Тимофеев-Ресовский, М.А. Глазовская, Г.В. Добровольский, А.И. Перельман, А.Г. Исаченко, Н.А. Солнцев, Г.В. Гегамян и др.

Отмечая, что возникновение учения о биосфере стало возможным в результате необычайно интенсивных экспериментальных исследований в физико-химических, биологических и геолого-географических областях естествознания, В.И. Вернадский особо подчеркивал возрастающую роль эмпирических обобщений, охватывающих природные явления целиком, во всех их связях и опосредованиях. Именно такой целостный подход к явлениям и составляет характернейшую черту типа мышления ученых-натуралистов, таких, как Леонардо да Винчи, Бюффон, Ломоносов, А.Гумбольдт.

Этот тип мышления стал той единственной основой, на которой естественнонаучная мысль закономерно вошла в органическую связь с науками о человеке, а учение о биосфере закономерно переросло в учение о ноосфере. Разрабатывая конкретные аспекты биосферы, В.И. Вернадский вместе с тем закладывал логико-гносеологические и методологические основы исследования взаимоотношения человечества с биосферой. Бережное отношение к этому аспекту наследия В.И. Вернадского и тщательное, кропотливое ее изучение составляют одну из важнейших задач отечественной науки.

Широкая панорама концепции биосферы, строящаяся В.И. Вернадским с учетом исторического развития материальной и духовной культуры человечества, служит основой для анализа проблем, с которыми столкнулось человечество в своих взаимоотношениях с природой, для разработки научных основ прогнозирования своего дальнейшего развития.

Теперь, опираясь на естественнонаучные труды Докучаева и Вернадского, мы вправе сказать, что включить человека в предмет естествознания можно и нужно.

Выявление биосферы как естественноисторической общепланетарной системы и выявление других систем, являющихся структурными подразделениями биосферы, — необходимая предпосылка для правильного понимания противоречивого единства системы «биосфера и человечество». Этим определяется масштаб и сущность процесса формирования биосферного класса наук. Этим определяется и вклад в науку Докучаева и Вернадского, учителя и ученика, которые в благодарной памяти потомков останутся как основатели общего учения о биосфере и провозвестники главной научной проблемы обозримого будущего — проблемы «биосфера и человечество».

Литература

1. Вернадский В.И. Очерки и речи. 1922. Вып. 2.
2. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Пространство и время в неживой и живой природе. 1975.
3. Вернадский В.И. Проблемы биохимии // Тр. биохим. лаборатории. — М., 1980. Т. 16.
4. Докучаев В.В. — М., 1949. Избр. соч. Т. 3.
5. Ильенков Э.В. Диалектика абстрактного и конкретного. Логическое и историческое // История марксистской диалектики. — М., 1971.
6. Тимофеев-Ресовский Н.В. Биосфера и человечество // Науч. труды. — Обнинск: Отд. Геогр. о-ва СССР, 1968. Сб. 1.
7. Тюрюканов А.Н., Александрова В.Д. Витасфера Земли // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 74. Вып. 4.
- Федоров В.М. Синтетические тенденции в современном естествознании. — М., 1979.

ИСТОРИЧЕСКИЙ МЕТОД – ОСНОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ (НА ПРИМЕРЕ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ)¹

Прежде чем остановиться на проблеме биосферы и биопродуктивности ландшафтов, необходимо рассмотреть проблему мелиорации земель, ибо она в век научно-технической революции демонстрирует противоречивость проблемы «Биосфера и человечество» и в то же время помогает оценить всю силу исторического метода в современном мировоззрении человечества. Общеизвестно, что судьбы многих цивилизаций с засушливым климатом были предрешены неумением людей проводить многолетние оросительные мелиорации. Это приводило к вторичному засолению, снижению биопродуктивности территорий, обострению социальных отношений и, в конечном счете, даже к войнам.

Сейчас, когда проблема «Биосфера и человечество» стала актуальной, мелиорация как система мероприятий определяет «судьбу земли» не только сегодня, но и в значительной мере на далекую перспективу. От того, как мы распорядимся землей сегодня, зависит благополучие человечества в будущем. Сокращение пашни на душу населения – тревожный сигнал для землеустроителей и мелиораторов, призывающий их усилить бдительность и гражданскую ответственность при расходовании сельскохозяйственных и других угодий на иные цели, кроме биопродуктивных. Немалая роль отводится при этом общей и профессиональной культуре мелиораторов, пониманию ими направлений, масштабов и темпов естественноисторических процессов, приведших к формированию современного лика Земли и роли хозяйственной деятельности человека в его изменении.

Фундаментальной теоретической базой мелиорации должны стать: общее учение о биосфере, генетическое почвоведение, ландшафтоведение и физическая география. Эти синтетические науки, базирующиеся на естественноисторической методологии, объясняют природу объектов, совершающиеся в них процессы и характер их эволюции во времени и пространстве (геохимия и геофизика ландшафтов, биогеохимия, энергетика биосферы и т.д.). Лишь поняв назначение этих дисциплин, мелиоратор вправе «улучшать землю», сводя к минимуму возможные противоречия между природой и человеком.

Таким образом, мелиорация земель становится одним из главных элементов преобразования современного лика Земли. В геологическом смысле мы живем в переходный период превращения биосферы в ноосферу (сферу разума). Не везде и не всегда еще четко различимы контуры ноосферы планеты. Достаточно сослаться на беспрецедентную гонку вооружений, развязанную Западом, которая явно противоречит всему историческому процессу в биосфере. Сейчас ясно, что вся био-

¹ Биосфера, биопродуктивность и сельское хозяйство будущего. Раздел из ст. // Раздумья о земле. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 76–99.

сфера, вся планета, включая Антарктиду, несут отпечаток человеческого воздействия. Искусственные радиоизотопы и пестициды, свинец и сера и многие другие вещества, найденные всюду, — следствие хозяйственной (или, скорее, бесхозяйственной) деятельности людей. Эрозия почв, загрязнение вод, задымление атмосферы, аридизация суши и засоление рек — также результат деятельности человека. «Хороших» примеров явно меньше, ибо расходы на гонку вооружений «съедают» труд целых народов и поколений. Таким образом, мелиорация сейчас разворачивается не на «целинной», а на измененной человеком планете, где в разных регионах и ландшафтах в той или иной степени нарушены (но еще не разрушены) многие исторически сложившиеся связи между различными компонентами в природе. Это обстоятельство заставляет говорить о необходимости создания учения о биосфере, общего землеведения как естественнонаучной базы прикладной мелиоративной науки и мелиоративной практики.

Сказанное выше — необходимая предпосылка к анализу совершенно конкретного явления, волнующего человечество, а именно к анализу причин аридизации суши. На анализе этого явления проверяются многие естественнонаучные и общественные концепции, практически в сильной степени влияющие на мелиорацию земель. Чтобы понять явление аридизации суши, надо остановиться на пространственной единице структуры биосферы — конкретном регионе, имеющем в первом приближении обозримую историю, достаточно большое пространство и высокую степень сопряженности функционирования слагающих его структур (например, предгорья Северного Кавказа, Кубанская низменность или Русская равнина). Аридизация суши все больше связывается с нарушениями климата, источники которых лежат либо в различных явлениях, находящихся вне Земли, либо в грандиозной деятельности человечества, нарушающего устойчивые климатические режимы.

Сделаем попытку в общей форме проследить явление аридизации, совершающееся на Русской равнине. Существо такого рассмотрения изложено с достаточной для своего времени полнотой в классической работе крупнейшего натуралиста и мыслителя В.В. Докучаева «Наши степи прежде и теперь». Выводы Докучаева относятся не только к конкретному району или области (например, к Полтавщине), а имеют общее значение для больших регионов, да и для планеты в целом.

Общеизвестно, что Русская равнина неоднократно подвергалась великому материковому оледенению, центр которого располагался в северных широтах. Общие направления движения льдов были направлены на юг, в сторону гигантских предгорных впадин молодой альпийской складчатости. Не вдаваясь в рассмотрение многочисленных гипотез о причинах материковых оледенений, можно лишь предположить, что их окончание связано с выходом им в тыл теплого океанического течения Гольфстрим.

Важнейшая особенность Русской равнины состоит в том, что она покоится на кристаллической Русской платформе, перекрыта километровой толщей осадочных пород и имеет гидрографическую сеть доледникового возраста. Механизм движения ледника можно представить в следующем виде. Льды двигались прежде всего по доледниковым долинам, заполняли их и только после этого расплзались по широкому простору Русской равнины, покрывая ее относительно мощным «чехлом» льда (условно измеряемого десятками метров). Наличие во льдах различных твердых частиц (песка, глины, камней), захваченных при движении ледника, определило одну из важнейших черт оледенения — образование после таяния ледника различных типов морен. Таяние ледника совершалось в обратном порядке: сначала вытаивались и обнажались водоразделы, так как на них ледовый покров был тоньше, и лишь в последнюю очередь освобождались ото льда долины рек.

Таяние льда шло по затухающей кривой, так как ему препятствовал образовавшийся на поверхности песчано-глинистый материал. Таким образом, широкую

Русскую равнину, лишенную четкой гидрографической сети (долины были еще заполнены льдом, а грунты схвачены мерзлотой), бороздили многочисленные потоки, откладывая взмученный материал по всем правилам гидродинамики, устремляясь к главному базису эрозии – предгорным прогибам альпийской складчатости – нынешних акваторий Черного и Каспийского морей. Там скопились огромные массы ледниковых пресных слабоминерализованных холодных вод со своеобразной пресноводной флорой и фауной. Воды было так много, что акватория этого бассейна доходила почти до нынешнего Запорожья и Саратова (отметки 50–60 м), затопляла равнины между современными Черным и Каспийским морями. Крайне важно помнить (и в этом состоит ключ к пониманию всей проблемы аридизации), что связи с Мировым океаном этот пресноводный бассейн не имел, так как не было Босфора, а уровень воды стоял на 50–60 м выше уровня Мирового океана.

Итак, пока на Русской равнине разыгрывался грандиозный по своим масштабам процесс таяния материковых льдов, приведший к образованию поверхностных наносов – морен, песков, суглинков и глин, на юге формировался уникальный огромный пресноводный бассейн, заполненный ледниковыми водами.

Теперь вспомним, что южное обрамление гигантского пресноводного водоема представлено горами молодой альпийской складчатости, где и поныне продолжают интенсивные горообразовательные процессы. Кто не знает о грандиозных землетрясениях Шемахи, Крыма, Ашхабада и т.д.? И вот, примерно 12–13 тысяч лет назад, в силу тектонических процессов произошел мощный разлом в узкой перемычке альпийской складчатости, образовавший пролив Босфор. Через эту горловину начался энергичный отток вод пресноводного бассейна в соленое Средиземноморье. И до сих пор в Босфоре существуют два противоположных течения. Уровень рассматриваемого нами бассейна упал относительно быстро до уровня Мирового океана. Соленые воды, поступившие из Средиземного моря, привели к гибели богатой пресноводной фауны и флоры. В упавших на дно животных и растительных остатках начался интенсивный процесс гниения, сопровождавшийся резким снижением окислительно-восстановительного потенциала с образованием сероводорода – токсичного вещества. И сейчас Черное море, начиная с глубины 200 м, безжизненно и заражено сероводородом.

Прорыв Босфора и понижение уровня воды вызвали резкую перестройку всей гидрографической сети на Русской равнине, которая получила стимул для глубинного врезания и оформления четко очерченной речной сети. Огромные массы льда, захороненные под наносами, дали начало горизонтам пресных грунтовых вод, которые устремились по вектору стока в реки и далее в Мировой океан или Каспий. Начался первый этап великого иссушения (аридизации) Русской равнины – разгрузка грунтовых вод, что должно было сравнительно быстро привести к образованию сухих равнинных ландшафтов, растительный покров которых полностью зависел бы от атмосферного типа водного питания, так как быстро мог исчезнуть грунтовой его тип. Таким образом, аридизация Русской равнины должна была свершиться в результате таяния захороненных льдов, давших начало грунтовым водам, несколько тысяч лет назад. Так, далекий разрыв в полосе альпийской складчатости отозвался и определил ход событий на просторах Русской равнины за тысячи километров от эпицентра. Нужно добавить, что освобождение территории от ледового покрова, формирование наносов сопровождалось быстрым развитием растительного покрова, вышедшего из многочисленных убежищ (рефугий), расположенных в южных широтах. Растительный покров сдержал поверхностно-эрозионные процессы и заметно повлиял на замедление общего осушения. Это был первый вызов внешне слабой биологической силы грандиозной альпийской катастрофе. Однако, как известно, живое вещество представлено не только растительным, но и животным миром. Именно в нем мы выделим один род млекопита-

ющих, которому суждено было сыграть выдающуюся гидрогеологическую роль в торможении аридизации палеарктических равнин — Русской и Североамериканской, — бросивший второй вызов последствиям ледниковой эпохи. Речь идет о бобрах. Их численность достигала многих сотен миллионов голов. Создавая многочисленные плотинки на бесконечных протоках и малых реках, заваливая их деревьями, они сдерживали огромные массы пресной воды, без этого обреченной на сброс в Мировой океан. Эти скромные труженики затормозили процесс аридизации, по-видимому, на одно-два тысячелетия, а Русская равнина сохранила на это время свой лугово-лесной характер в средних широтах и лугово-степной — в южных (в низовьях рек рассматриваемого бассейна). Тогда же возникли наши прославленные черноземы. Но процесс оттока неумолим, и дело было только за временем. А тут еще вмешался человек, который примерно к XV—XVII вв. уничтожил бобровые популяции, чем способствовал усилению аридизации. Одновременно шло сведение лесов и распашка территорий, что еще более усиливало оттоковые процессы. На рубеже XVIII в. должно было свершиться сравнительно полное иссушение Русской равнины. Однако этого не произошло, так как стихийно человек принял на себя «бобровую роль» — возникало огромное количество мельничных плотин на малых водотоках, выполнявших помимо своего прямого назначения (мукомолья) огромную работу по подпору горизонтов грунтовых вод. Сколько было этих плотин, можно судить по тому, что только в одном Козельском уезде Калужской губернии во времена Петра I было 103 водяных мельницы, а сейчас это один из сухих районов Мещовского ополья. Установлено, что число плотин в России в XVIII—XIX веках достигало нескольких тысяч. На земле войска Донского насчитывалось около двух тысяч плотин, а сейчас это наиболее сухие земли.

Конечно, ни бобры, ни плотины не могли изменить знака направления стока. Они могли лишь повлиять на его замедление, но, повторяем, не на геологически обусловленную направленность. Мы не должны забывать, что живые организмы (и человечество в том числе) являются следящими системами за теми или иными изменениями биосферных или ландшафтных ресурсов (тектоническими — полезные ископаемые, водными — пресные воды, биологическими — пищевые, кормовые, сырьевые и т.д.). На примере пустынь Средней Азии и Сахары мы видим, как некогда обжитые цивилизацией регионы с богатейшими государствами превратились в пустыни в природном и демографическом отношении. История учит, что это было обусловлено не только природным процессом аридизации, но, главным образом, экономико-политической деятельностью народов, населявших бывшие высокопродуктивные ландшафты, ныне ставшие пустыней. Но в южных широтах аридизация была связана преимущественно с процессами вторичного засоления. В умеренных же широтах, к которым относится Русская равнина, аридизация, иссушение, бесплодие, рассматриваемые как синонимы, определяют судьбу воды в ландшафте. Это важно помнить, ибо процесс аридизации имеет много конкретных выражений, что определяется преимущественным значением конкретных ландшафтных факторов по сравнению с глобально-климатическими. Возвращаясь к сказанному, подчеркнем, что водный режим территории и соответственно ее биопродуктивность, хотя и зависят от глобальной или региональной климатической обстановки, определяются, главным образом, запасами воды в почве, представленными запасами ближайшего горизонта грунтовых вод. Таким образом, мы приходим к выводу, что аридизация суши есть не только функция общеклиматического режима планеты, а прежде всего функция генезиса и эволюции подземного «гидрологического банка» страны, то есть ближайшего к поверхности горизонта грунтовых вод в конкретных ландшафтах.

Решающие события в изменении водного режима Русской равнины начались в конце XIX — начале XX в. и завершились в основном в 20-х годах нашего века. Перевод мукомольной промышленности в города привел к разрушению мно-

гочисленных плотин на малых реках и водостоках, снижению уровня верхнего горизонта грунтовых вод и разгрузке его в реки. Наступило время великого полноводья среднерусских рек, создавшего иллюзию бесконечности и неисчерпаемости наших пресных вод. Старшее поколение людей помнит обилие вод и рыбы в реках, сочные, высокотравные луга, чарующие заводы и старицы в поймах рек и многое другое. А вода тем временем бежала...

Если в первые годы нашего столетия почти возле каждого дома обычной среднерусской деревни был свой колодец, то уже к началу сороковых годов «работал» лишь один из 5–6 колодцев, в остальных вода исчезла. В трудные послевоенные годы во многих оставшихся колодцах вода также исчезла, а колоритной фигурой сельской жизни стал водовоз с бочкой, бравший воду в лучшем из оставшихся колодцев и развозивший ее по домам. Но это, как известно, было экономически невыгодно, и государство пошло в целях подъема сельского хозяйства на большие затраты по бурению глубоких скважин и обеспечению нужд села чистой питьевой водой из глубоких горизонтов. Стихийный процесс обезвоживания (аридизации) территорий шел за последние десятилетия усиленными темпами, а растущие потребности народного хозяйства в воде стали обеспечиваться, главным образом, за счет глубинных вод.

В 50-е годы развернулось грандиозное строительство плотин и водохранилищ на крупных реках (Волжский каскад и др.). Главная цель этого строительства – энергетика, а созданные водохранилища затопили плодородные поймы, но не приостановили, да и не могли приостановить изменение всей гидрологической обстановки в бассейне, направленное в сторону обезвоживания территорий, потому что русла больших рек слишком глубоко врезаны и могут подпирать лишь глубинные горизонты подземных вод. Уровень воды в крупных водохранилищах находится, как правило, ниже уровня грунтовых вод. Напряжение в водном хозяйстве нарастало и нарастает, «цена» воды росла и растет.

Орошение стало обычным явлением на огромных территориях, совсем недавно считавшихся «зонами достаточного увлажнения». Даже исконно влажные места – поймы среднерусских рек – стали орошаемыми территориями, хотя еще недавно их водный режим обеспечивался за счет подпитки верхних горизонтов пойменных почв из грунтовых вод, в свою очередь питавшихся из вод стариц, пойменных озер и притеррасных болот. Спуск воды из этих водоемов резко ухудшил гидрологическую обстановку в поймах рек, а поддержание плодородия и биопродуктивности пойменных ландшафтов человек взвалил на свои плечи в виде дорогостоящих оросительных мелиорации. К тому же поливы ведутся не старичными, а речными водами, в той или иной мере загрязненными промышленными, сельскохозяйственными и коммунальными отходами, что, ухудшает качество продукции, получаемой с этих ландшафтов. Изменение водного режима суши в сторону аридизации можно иллюстрировать множеством фактов, особенно на примере малых водотоков, которые заметно снизили свой расход или просто исчезли из памяти нашего поколения. Впервые это было ярко показано В.В. Докучаевым в конце прошлого века на примере Полтавской губернии. Картина исчезновения водотоков Русской равнины отражена в ее топонимике и гидронимике, то есть в сохранении названий некогда существовавших рек или водоемов (Гнилой ключ, Беловодье, Желтые воды, Родники и т.п.). И в наши дни происходят обмеление и исчезновение водотоков, сместившихся за столетие на 500–1000 км севернее описанной В.В. Докучаевым Полтавской губернии и захвативших влажные ландшафты ополжий и полесий Центральной России.

Любопытно, что имеются случаи «маскировки» процесса резкого изменения водного режима ландшафтов в сторону иссушения. Проведенные наблюдения за стоком крупных рек нередко не показывают такой резкой картины иссушения и обмеления, которая следует из сказанного. Связано это с тем, что в бассейне

больших и средних рек располагаются крупные производственные комплексы, использующие для своих нужд глубинные воды. Расход таких вод бывает значительный, а поступление их в реки существенно увеличивает расход воды в реках, затушевывая истинную картину обмеления. Все это должно учитываться при составлении долгосрочных прогнозов водного режима территории, особенно в интенсивно мелиорируемых ландшафтах.

Итак, природный процесс аридизации Русской равнины, длящийся в течение нескольких тысячелетий, в последнее столетие был усилен хозяйственной деятельностью человека. Надо любыми средствами противостоять оттоку вод и аридизации почв страны. Особенно важно это сейчас, в условиях грандиозных мелиоративных работ, которые направляются не на спуск воды в реки и Мировой океан, а на сохранение неизменности водного баланса грунтовых и других пресных вод в конкретных ландшафтах.

Здесь к месту будет напомнить о замечательном общественном движении в нашей стране по регулированию водного режима территории. Речь идет о проекте «Десна», разработанном для всего бассейна одной из крупных рек Русской равнины, охватывающего несколько административных областей. Руководящие органы этих областей вместе с общественными организациями приступили к решительному улучшению гидрологической обстановки в бассейне реки и ее притоков. Сравнительно небольшими средствами, методом народных строек, при активном участии молодежи было построено большое число плотин и плотинков, очищены и засажены кустарником берега рек, установлен санитарный контроль за состоянием водоемов. Результаты не замедлили сказаться. В реках бассейна увеличилось количество воды, пригодной для бытовых целей, улучшилась санитарная обстановка на водосборе, возросла численность популяций рыб, стали обычным явлением массовое купание и водный туризм. К Десне вернулось ее народное название — Десна-красавица.

Аридизация суши — это отнюдь не местное явление. Она захватила многие регионы планеты: Центральную Америку, Африку, Среднюю и Малую Азию, Китай, Индию и ряд других регионов и субконтинентов. В этом смысле аридизация может рассматриваться как биосферное явление. Можно выделить два основных проявления аридизации: 1) периодические климатические изменения регионально-глобального характера, о которых сейчас много говорят и пишут, то есть увеличение ледового покрова в циркумполярных областях суши и океана, наступление малого ледникового периода, следствие повышенной солнечной активности и т.д.; 2) изменение стока из ландшафтов, обусловленное тем, что наша эпоха по времени относится к окончанию великих материковых оледенений Евразийского и Североамериканского континентов.

Не следует забывать, что области аридизации в основном приурочены к молодым регионам альпийского орогенетического пояса. Недавние мощные землетрясения в Европе и Азии — тяжелое напоминание о еще до конца не понятых нами планетарно-космических механизмах, определяющих жизнь биосферы Земли. Трудно выделить ту или иную причину аридизации (общеклиматической или ландшафтно-гидрологической). Больше того, можно выдвинуть и третью, и четвертую причины аридизации суши (нефтяная пленка на просторах Мирового океана, сведение лесов, распашка земель и т.д.). Чрезмерное преобладание какой-то одной из этих причин маловероятно, правильнее говорить о сложном разнообразном характере причин. Тем не менее, если климатические причины в целом выступают как планетарно-ритмические, то ландшафтно-природные и антропогенные причины строго определены по стоку и, несмотря на ритмичные или аритмичные отклонения, имеют постоянный характер, приводящий нас к логическому признанию раннего или позднего наступления аридизации на сушу. Такое положение будет сохраняться до тех пор, пока не включатся в дело противоположно

направленные орогенические силы, приводящие к перераспределению влаги на планете, или человечество, ставшее, по выражению Вернадского, геологической силой, не направит свою активность на изменение вектора природного стока и сохранение природных вод в ландшафтах. Кстати сказать, в этом мы видим возможность управления и стихийным процессом аридизации суши. Другими словами, в возможности управления стихийным и роковым для живых организмов процессом аридизации имеется оптимистическая нота. Говоря о роли гидрологических причин аридизации, разгрузке суши от пресных грунтовых вод, мы должны считаться с тем фактом, что с начала нынешнего столетия уровень Мирового океана поднялся на 10 см. Вспомним при этом, что суша занимает $\frac{1}{3}$ планеты, а Мировой океан — $\frac{2}{3}$. В эквивалентных расчетах подъем уровня был бы еще более высоким. По-видимому, этот подъем уровня связан с резким антропогенным нарушением гидрологии суши, которое характерно для нашего столетия.

В заключение следует сказать, что в приостановлении процесса аридизации в конкретных регионах и увеличении содержания гумуса в почве (насколько мы успеем это сделать) нужно уделить повышенное внимание следующим мероприятиям: 1) резко уменьшить речной сток из ландшафтов путем строительства многочисленных плотин на мелких водотоках (приостановить утечку «венозной крови» ландшафта); 2) всеми возможными мерами и средствами увеличить зеленый покров планеты как в пространстве, так и во времени, годовом цикле (предотвратить бесполезную утечку «капиллярной крови» ландшафта); и, наконец, 3) свести к минимуму сток пресных вод с суши в Мировой океан (предотвратить утечку «артериальной крови» регионов). И здесь мы сталкиваемся с одной из острейших проблем современности — проблемой защиты окружающей среды от загрязнения отходами промышленного производства и других сфер человеческой деятельности.

Все сказанное приводит к заключению, что несмотря на естественноисторическую предопределенность аридизации некоторых регионов, человечество в состоянии существенно приостановить его и даже изменить этот процесс в сторону гумидности, но для этого надо больше внимания обращать не на атмосферные источники влаги, а на землю, где лежат и должны быть сохранены и умножены водные ресурсы биосферы.

Октябрьский (1984) Пленум ЦК КПСС утвердил Долговременную программу мелиорации земель. На Пленуме было подчеркнuto, что широкомасштабное развертывание мелиорации земель должно рассматриваться как решающий фактор дальнейшего подъема сельского хозяйства, устойчивого наращивания продовольственного фонда страны. Создавая благоприятные условия для высокопродуктивного земледелия, мелиорация земель, однако, в ряде случаев отрицательно влияет на естественные процессы. «Поэтому дальнейшее развитие мелиорации, — отмечалось на Пленуме, — должно иметь более глубокое научное обоснование, учитывать интересы сохранения окружающей среды. Это касается также территориального перераспределения стока вод, рационального использования водных ресурсов и охраны их от загрязнения и истощения, создания методов комплексного регулирования водно-солевого режима почв... Надо повысить эффективность исследований по этим проблемам, приблизить науку к конкретным задачам, поставленным программой мелиорации»².

Уже сегодня следует задуматься о необходимости создания естественноисторической концепции эволюции суши как стратегической теории всей мелиоративной практики. Эта теоретическая база лучше всего охватывается биосферной концепцией историзма, векторизованности и временных аспектов (темпов) эволюции конкретных территорий.

² Материалы Пленума Центрального Комитета КПСС 23 октября 1984 г. — М.: Политиздат, 1984. — С. 37–38.

«Человечество не нашло еще вокруг себя какие-либо другие цивилизации, которые могли бы снизить до него и разъяснить ему, что его ожидает»

Пьер Тейар де Шарден

БИОСФЕРНОЕ МЫШЛЕНИЕ И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО¹

Экологические проблемы ставят вопрос о необходимости перевода сельского хозяйства на биосферно-биогеоэкологическую основу. В связи с этим фундаментальное значение приобретает биосферный тип мышления, базирующийся на изучение исторического развития взаимодействия человечества с биосферой.

С начала нашего столетия высокоразвитые капиталистические страны открыли новую эру в сельском хозяйстве — эру интенсивных технологий. В этом направлении сельское хозяйство прошло ряд этапов. С 20-х годов начинается его широкая механизация, резко увеличившая объем производства продовольственной продукции в расчете на работающего в единицу времени. После Второй Мировой войны развернулась химизация сельского хозяйства. Минеральные удобрения и пестициды повысили урожайность на единицу площади и способствовали сокращению удельных затрат труда. В самое последнее время биотехнология, генная и клеточная инженерия дали возможность значительно ускорить создание новых сортов, отзывчивых на интенсивные технологии.

Достижения *технологического этапа* развития сельского хозяйства бесспорны и внушительны. Продуктивность растениеводства возросла в 2–3 раза. В США, Канаде, в ряде стран Западной Европы обычными стали урожаи зерновых 60–70 ц/га и, что очень существенно, там они гарантированы, стабильны. Весьма ощутимо возросла и производительность труда. В США, например, в начале века фермер мог прокормить 7, а в 70-е годы — 55 человек [18]. Такой рост урожайности и производительности труда отвечает коренным жизненным потребностям человечества и справедливо считается главным, решающим показателем успехов сельского хозяйства.

Всего несколько десятилетий понадобилось высокоразвитым странам, чтобы столь же четко — резко и в глобальном масштабе — проявились не только положительные, но и отрицательные стороны технологического способа ведения сельского хозяйства: глобальная проблема охраны почв; их эрозия и загрязнение, достигшие той грани, за которой может последовать необратимая, уже неконтролируемая человеком цепная реакция усиления этих негативных процессов; химическое загрязнение биопродукции и, наконец, рост капитальных вложений, значительно опережающий рост производства продуктов питания и сырья. Все эти

¹ Статья опубликована в соавторстве с В.М. Федоровым в «Вестнике сельскохозяйственной науки. 1988. № 6. — С. 20–32.

отрицательные последствия в более или менее явной форме вошли в комплекс экологических проблем современного сельского хозяйства.

Обратим внимание прежде всего на самые явные биосферные проблемы — эрозию и загрязнение почв. Несколько красноречивых цифр. В США в результате эрозии почвы ежегодно теряют около 90 млн. т фосфора, калия, азота, кальция, магния. Это примерно в 60 раз больше того, что поступает на поля с удобрениями. А между тем поля Америки уже перенасыщены удобрениями.

Не обошли процессы эрозии почв и наше сельское хозяйство. По данным М.Н. Заславского, опубликованным в его книге «Эрозия почв», наша страна недополучает со смытых почв 90 млн. т зерна в год, что составляет около трети ежегодно планируемого урожая. Только в Европейской части СССР, где водной эрозии подвержено около 50 млн. га, недобирается от 20 до 60% урожая [6].

Что касается пестицидов, то во всем мире лишь от 1 до 6 % (в зависимости от вида этих химикатов) входит в непосредственный контакт с вредителями и сорняками. Все остальное превращается в одну из наиболее агрессивных форм «экспансии грязи» на планете. Здесь тоже достигнут предел в насыщенности пестицидами сельского хозяйства. В США с 40-х по 80-е годы их применение возросло в 10 раз. Несмотря на это, и параллельно потери от вредителей увеличились с 7,1 до 10%, урон от сорняков за те же годы поднялся с 8 до 12% [14]. В конце 70-х годов в условиях перенасыщенности сельского хозяйства пестицидами среднегодового потребления их составило в США 0,24 кг/га, в странах Западной Европы — 0,3 кг/га, в Японии — 1,74 кг/га [15]. В нашей стране в 1986 г. на 1 га обработанной пашни пришлось по 2 кг пестицидов (1,6 кг на душу населения) [14]. Более половины применяемых пестицидов относятся к мутагенам — веществам, изменяющим наследственную природу растений и животных, включая человека. В этом смысле применение пестицидов носит не только экоцидный, но и геноцидный характер для различных организмов.

Экологические проблемы становятся неопровержимым свидетельством какого-то существенного неблагополучия в сельскохозяйственном производстве, свидетельством того, что технологическое сельское хозяйство подходит в принципе к исчерпанию своих возможностей, наталкивается на некоторый внутренний предел своего развития. Анализ экологических проблем мирового аграрного производства дает возможность выявить те природные факторы, на усиленной эксплуатации которых построена стратегия развития сельского хозяйства с его нынешней технологической основой. Тем самым мы можем достаточно точно выявить как саму сущность этой стратегии, так и те исторические рамки, в пределах которых она развертывается.

Часто решение экологических проблем понимается как выработка контрмер против тех отрицательных последствий, которые вызывает технологическое земледелие. Это узкое понимание. В рамках отношений «мера — контрмера» никакая проблема никогда принципиально не снимается, напротив, ее напряженность лишь возрастает. *Принципиальный путь решения экологических проблем — переход к новой стратегии развития сельского хозяйства.* Экологические проблемы и стали главным симптомом необходимости такого перехода.

В 60-е годы Н.В. Тимофеев-Ресовский, опираясь на учение о биосфере В.И. Вернадского и теоретические концепции В. Н. Сукачева, Б.Б. Польшова, ряда других исследователей, развивавших науки о биосфере, сформулировал идею перевода сельского хозяйства на биогеоэкологическую основу [12; 13] и указал на главные направления повышения биопродуктивности путем интенсификации всех основных звеньев биогеоэкологического круговорота вещества и энергии в биосфере. К ним он отнес интенсификацию фотосинтеза на входе в круговорот, интенсификацию биологического и почвенного круговорота и улавливание биопродукции в точке ее выхода — «в геологию», в так называемый

большой, геологический, круговорот вещества, куда вовлекаются глубокие слои литосферы [11].

На более узкой теоретической основе идея перехода к новой стратегии сельского хозяйства высказана за рубежом в форме так называемой эколого-экономической теории сельскохозяйственного производства, или идеи биологического (органобиологического, биодинамического, натурального, экологического) земледелия. Эта идея осознанно выдвинута как альтернатива технологической форме интенсивного земледелия и стала специально разрабатываться в 70–80-х годах в США и Западной Европе. По мнению американских ученых, обращение к ней вызвано тем, что сельское хозяйство США достигло так называемого «предельно устойчивого уровня, определяемого совокупностью факторов, в которые входят эрозия и снос почв, использование малопродуктивных земель, отсутствие эффекта от дополнительного орошения и дополнительных доз удобрений и пестицидов, неустойчивость погодных условий, потери от вредителей.

Как отмечают С.А. Воробьев и А.М. Четверня в статье «Биологическое земледелие», «теоретическое обоснование биологической (биодинамической системы земледелия было дано Р. Штейнером (Англия) в 1924 г. Сельскохозяйственное предприятие в его теории представляется организмом, в котором достигается равновесие между естественными условиями, проводимыми мероприятиями и человеком. Система предусматривает многоотраслевую структуру производства, использование отходов, исключение минеральных удобрений и других химических средств. Почвенное плодородие сохраняется при использовании ресурсов самого хозяйства. Важная роль отводится бобовым кормовым культурам, зеленому удобрению, навозу и компостам совместно с биопрепаратами, изготавливаемыми в хозяйстве, способам обработки почвы, биологическим мерам защиты растений от болезней и вредителей. Главная задача системы – получение высококачественных продуктов питания и кормов» [3]. С 70-х годов биологическую систему земледелия применяли в ФРГ на 5,5 тыс. га, во Франции на 900 тыс., в Англии на 13 тыс., в Швеции на 1,9 тыс. га. С.А. Воробьев и А.М. Четверня рассматривают различные варианты биологического земледелия и факторы, включая экономические, сдерживающие распространение этой системы.

Бесспорен факт, по существу подтверждающий, что противоречия и парадоксы технологического земледелия имеют всеобщий характер и обнаруживаются в любой точке планеты, где земледелие вовлекается в современный технологический процесс. В последние десятилетия шла усиленная распашка земель в развивающихся странах. Оказалось, что эти земли, входящие составной частью в наиболее древние и потому наиболее высокоорганизованные тропические и субтропические биогеоценозы, наиболее ранимы при механическом перенесении на них интенсивных технологий, разработанных в странах умеренного климата. Сильнейшая и быстро распространяющаяся по обширным территориям эрозия почв – таков ответ природы на интенсивные технологии в районах с традиционными системами земледелия.

Приведем на этот счет яркую мысль. «Специалисты по сельскому хозяйству лишь сравнительно недавно начали осознавать, что многие системы земледелия, сохранявшиеся на протяжении тысячелетий, представляют собой наглядный пример бережного и умелого отношения к почве, воде, питательным веществам – иными словами, пример именно того подхода, который необходим при введении в сельскохозяйственное производство интенсивных технологий. Такая переоценка – правда, несколько запоздалая, – определяется, с одной стороны, необходимостью более эффективно использовать направляемые в сельское хозяйство капиталовложения, с другой – растущим интересом к применению биотехнологии» [9].

Отличительная особенность традиционных систем земледелия – их многофункциональность и устойчивость. Именно эти качества представляют особый

интерес для современного интенсивного земледелия. Многоцелевое назначение поля удовлетворяло разнообразные потребности человека. Как правило, в традиционных системах земледелия используются культуры с длинным стеблем и крупными листьями, и это было хорошим подспорьем для кормления скота. Кроме того, листья и стебель служили и *топливом*.

Минеральные удобрения и загущение посевов – хорошо известные приемы повышения урожайности – «не срабатывают» на традиционных культурах. По генетическому потенциалу они не обладают столь высокой урожайностью, как современные интенсивные сорта. Однако традиционные культуры генетически разнообразнее, чаще всего устойчивее к болезням и вредителям и вырабатывают вещества, ценные в медицинском отношении.

Селекция по признаку высокой продуктивности сдвигает установившееся в дикорастущем растении равновесие различных генетических свойств и ведет к ослаблению устойчивости культивируемых сортов. Далее, отбор по высокой урожайности и продуктивности сопровождается отказом от ряда полезных видов растений и пород животных. Столь жесткая ориентация на четко заявленный вид растения отсутствует в традиционных системах земледелия. Как сообщает Дж.-М. Колломбон, в Эфиопии, в районе Херар на поле менее 1 га возделывалось 169 видов растений [16]. Ясно, что подобные агроценозы обладают высокой устойчивостью и адаптированностью к местным условиям.

В то время как нынешние интенсивные технологии, особенно при небрежном их использовании, буквально в считанные годы могут привести к сильнейшей эрозии почв, традиционные системы веками и тысячелетиями охраняют почву в пригодном для земледелия состоянии. Секрет устойчивости традиционных систем – в использовании переложной системы и рыхлении почвы, то есть бесплужной и безотвальной ее обработке. Сейчас активно разрабатывается «мягкая технология залежной системы», которая способствует избавлению от насекомых-вредителей, а кроме того, значительно сберегает время и энергию в земледельческом труде.

В Нигерии удалось «применить лежащий в основе переложного земледелия принцип естественного восстановления плодородия почв к разработке новой системы непрерывного возделывания, которая основана на агролесоводстве и получила название «аллейные посадки». В этой системе полевые культуры высеиваются между посадками азотфиксирующих древесных пород, листва которых увеличивает содержание органического вещества в почве, а азот, фиксируемый в клубеньках корней деревьев, повышает ее плодородие. Так создается возможность получать достаточно высокие урожаи без обращения пашни в залежь. Прообразом такого метода послужила традиционная переложная система... Посев в междурядьях, агролесоводство, переложная система и другие традиционные методы земледелия имитируют происходящие в природе процессы, и именно благодаря этому они сохраняются столь долгое время. Обращение к природным аналогам подсказывает принципы, на основе которых следует разрабатывать системы земледелия, наиболее полно использующие энергию солнечных лучей, питательные вещества почвы, осадки» [9].

Мировая практика вплотную подходит к идее синтеза преимуществ как традиционных методов земледелия, так и интенсивных технологий. Конечно, для этого нужна переориентация научных исследований и практических разработок. Десятилетия селекция была направлена на выведение сортов, лучшие продуктивные качества которых проявляются на фоне значительного количества минеральных удобрений при гарантированном водообеспечении и загущенном посеве монокультуры. Но ведь, используя опыт селекции и новые преимущества биотехнологии, генной и клеточной инженерии, можно сосредоточиться на усилении положительных сторон традиционных систем земледелия.

Традиционное — не значит архаичное и безнадежно устаревшее. Наоборот, в традиционных системах заключен более широкий и более комплексный подход к выращиванию культур, более тесное взаимодействие сельскохозяйственного производства с региональными и локальными особенностями природных комплексов — ландшафтов и биогеоценозов.

Интенсивные технологии строятся на принципе преимущественного развития и культивирования отдельного вида растения (монокультура) или отдельно взятой стороны жизни растительного сообщества. В этом и сила, и слабость технологического земледелия. Своими сильными сторонами интенсивные технологии вырвались вперед, стали задавать тон и превратились в своего рода эталон прогрессивного земледелия. Но в общем-то, если судить по опыту других стран, это продолжалось не так и долго. Уже через несколько десятилетий на первый план стали выступать экологические дефекты технологического земледелия. Тогда-то о системе земледелия стали судить не только по экономической и энергетической цене урожая, но и по экологической его цене.

Таковы основные черты современного и, можно сказать, в принципе завершающего этапа развития технологического земледелия, хотя этот этап фактически длится столь долго, пока человечество окончательно не научится получать необходимое для него количество биопродукции. Лишь после этого встанет и задача производства всего урожая биологически и химически чистого качества. А жаль: проблема качества биопродукции уже сейчас выходит на первый план, переводя наши потребности и тип мышления с весовых в валовых критериев биопродукции на другой, решающий критерий ее качества. Совсем не случайно в США, где сельское хозяйство способно гарантированно производить необходимое количество биопродукции, поставлена цель перейти к системам земледелия, обеспечивающим получение биологически полноценной и химически чистой биопродукции. Экологическим факторам в связи с этим начинают придавать не меньшее значение, чем экономическим проблемам производства. Иными словами, *экологические условия приобретают статус производственного фактора* [17].

В наши дни интенсивные технологии являются генеральным путем решения продовольственной проблемы. Не нужно только забывать, что чем сложнее технология, тем резче возрастает роль человеческого фактора. Огромное, подчас решающее значение приобретает точное соблюдение всех технологических норм сельскохозяйственного производства, строго заданное внесение химикатов, а это невозможно без развитого чувства ответственности за судьбу почв, без бережливого отношения к технике, без повседневного внимания ко всем звеньям производства.

Само название «биологическая или экологическая система земледелия» показывает, что она опирается на узкое и недостаточно зрелое теоретическое основание. В этом случае *слишком узко рассматривается сама природа сельскохозяйственного производства: не как главная, определяющая форма и всеобщее основание взаимодействия человечества с биосферой, а лишь в узком прикладном аспекте* — как способ получения максимального количества биопродукции. По существу агрономическая мысль здесь так и не вышла за рамки эмпирического, стихийного и прикладного развития, характерного для нее еще в прошлом веке.

Концепция экологического земледелия развивается не из своих собственных оснований. Линию ее развития, подобно линии развития всего технологического земледелия, всецело определяют достижения в области физики, химии и биологии — дисциплин, каждая из которых охватывает лишь отдельно взятые стороны жизни почв, а не ее жизнь целиком. Между тем согласно определению В.В. Докучаева, почва живет как самостоятельное естественно-историческое тело, формируется в процессе исторически длительного взаимодействия живого вещества с косным в определенных климатических и гидрологических условиях.

В самом деле, когда научно-техническая мысль в теории и на практике вполне освоила принцип механизации труда в промышленном производстве, тогда — в качестве некоторого побочного ответвления — стала развиваться механизация сельского хозяйства. Позже, когда наука ввела в промышленное производство химические технологии, тогда, опять-таки как побочное и дополнительное ответвление этого направления, стала развиваться химизация сельского хозяйства. Наконец, успехи молекулярной биологии подготовили использование биотехнологии как составного элемента промышленного производства, и лишь после этого биотехнология получила права гражданства в сельском хозяйстве.

Принцип крупной промышленности — использование в «чистом» виде отдельных, разрозненных природных процессов (расширение пара, механическое перемещение, химическая реакция) в изоляции от всей совокупности природных процессов. Такая изолированность и становится задачей любого промышленного устройства или установки. Этот принцип крупной промышленности наиболее последовательно и широко переносится, на наш взгляд, в интенсивные технологии земледелия. Здесь и проходит резкая разграничительная линия между естественными законами жизни почв и их способом существования в условиях технологического земледелия. Здесь и кроется источник экологических проблем технологического земледелия.

Почва есть, по выражению В.И. Вернадского, «биоценозное тело», совокупная целостная взаимосвязь разнообразнейших природных процессов. Именно эта целостность и есть условие биопродуктивности. Между тем в интенсивной технологии главным объектом внимания становится произрастающее растение, а почва рассматривается как средство получения биопродукции. Земледелие превращается в «растениеведение». С горизонта исчезает естественная жизнь почв, значительно ослабляется почвообразующая функция растений. Вот почему закономерным итогом такого подхода стала глобальная проблема охраны почв.

Экология — прикладная биологическая дисциплина, изучающая взаимоотношение организмов со средой. Она не сосредоточивается на почвообразующей функции растений. Если земледелие превращается в «растениеведение», то возникающие в результате такой практики проблемы сельского хозяйства следует называть экологическими, а системы земледелия, сглаживающие отрицательные экологические последствия технологического земледелия, — биологическими или экологическими системами земледелия. Эти понятия, по нашему представлению, точно отражают сложившуюся ситуацию.

Агроценоз как объект интенсивной технологии — предельно упрощенное, сведенное к монокультуре, к одному растению, растительное сообщество. Или же это несколько избранных видов растений, участвующих в севообороте, и тогда они образуют некоторое сообщество, объединяемое ротацией севооборота, хотя они при этом взаимодействуют не непосредственно, а лишь путем обмена своими метаболитами. Предельная упрощенность растительного сообщества в агроценозе, как следствие, предельно обостряет экологические условия жизни растений.

Экология естественного растительного сообщества и экология агроценоза качественно различаются и их поэтому не следует автоматически сопоставлять, иначе мы не гарантированы от ошибок. Дело в том, что в естественных условиях растительное сообщество само создает себе среду, а в культурном агроценозе ее формирует человек («экологические условия») для возделываемого растения. Создание этих условий требует огромных затрат труда, энергии и времени. О величине таких затрат можно судить по факту, что ежегодно в процессе пахоты человек проходит в «однолемежном исчислении» около 300 расстояний от Земли до Солнца.

Интенсивные технологии столь резко нарушают естественную жизнь почв, что можно говорить о том, что земледелие по существу ведется не на почве, а на

рыхлом грунте. В этом отношении культурные растения попадают в условия растений-пионеров, впервые осваивающих материнскую горную породу. Человек поэтому вынужден брать на себя обеспечение всех экологических условий, необходимых для жизни растений. Не случайно поэтому настоятельное требование интенсивных технологий – в комплексном подходе к земледелию, к максимальному охвату всех экологических условий жизни растений.

Сельское хозяйство становится все более наукоемким и энергоемким и в то же время непомерно обременительным из-за резкого роста капитальных вложений. Действительно, по их размерам на одного занятого в производстве сельское хозяйство США ныне опередило промышленность. Энерговооруженность работника американских ферм превысила энерговооруженность рабочего промышленности.

Обратившись к истории земледелия, можно увидеть, как диалектически складывалось взаимоотношение экологии и экономики. Понятия логия и экономика – двусоставные, и одна из составных частей – «эко» («ойкос» – по-гречески «дом») общая для них. Экология, замечает Ю. Одум, – это наука об организмах «у себя дома», а экономика означает искусство ведения домашнего хозяйства [10].

Зарождение земледелия происходило, как показал Н.И. Вавилов, на основе стихийного сопряжения в единый процесс хозяйственной деятельности и экологической обстановки одомашнивания растений (и животных), культивирования растений и создания для них соответствующего агрофона. Н.И. Вавилов выявил закономерность, согласно которой дикие виды и разновидности, наиболее близкие к культурным растениям, составляют с ними одну экологическую группу. Он отметил повышенную требовательность многих видов культурных растений к усиленному удобрению и обусловленную этим их связь с человеческим жильем.

Можно полагать, что это свойство они получили от своих диких предков. Дикие виды растений, чувствительные к хорошо удобренной почве, находили наиболее благоприятные условия для роста и развития подле жилища человека, где почва удобрялась золой костров и пищевыми отбросами. Непременными спутниками человеческого жилья стали, например, картофель и томаты. В силу этого возникало как бы непреднамеренное культивирование диких растений, для которых человек бессознательно создавал благоприятный агрофон. В дальнейшем эти виды оказались наиболее приспособленными для возделывания в поле.

Таким образом, «уже в самой природе, в исходных видах диких растений, в конгломерате рас, которыми были представлены родоначальные группы, – отмечал Н.И. Вавилов, – была заложена экологическая тенденция, которая заставила человека использовать данный вид. Совершенно очевидно, что человек брал то, что само шло ему навстречу. Для многих растений как вторичных, так и первичных, процесс вхождения в культуру проходил в значительной мере помимо воли земледельца» [2].

Позже пути экологии и экономики разошлись, и особенно с вхождением в практику интенсивных технологий. Об этом расхождении и свидетельствуют экологические проблемы сельского хозяйства.

Между понятиями интенсификация земледелия и интенсивная технология часто ставят знак равенства. Между ними действительно много общего, но именно экологические проблемы сельского хозяйства разводят эти понятия, что еще не всегда осознается в науке и практике.

Обычно, и это совершенно правильно, понятие интенсификации земледелия противопоставляется понятию экстенсивного земледелия. Отличительная особенность последнего – увеличение объема производства сельскохозяйственной продукции за счет расширения площади распашки земель. Интенсификация же выражается в усилении интенсивности круговорота веществ в системе «почва – растение». Такое усиление может достигаться или путем создания наиболее благо-

приятных условий для проявления естественной биопродуктивности почв (интенсификация первого рода земледелия) или за счет технологических по своей сути агроприемов и агросредств (интенсификация второго рода).

В Западной Европе поднималось несколько пиков экстенсивного развития земледелия. Первый пик, который ученые называют «эрой крупных распашек целины» [1], начался с середины XI в. и продлился до конца XIII в. Следующий пик связан с развитием капитализма и проникновением его в сельскую среду. Но тогда расширение культурного ареала земледелия за счет распашки земель предполагало уже значительные капитальные вложения в земледелие. Так, только в одну Пруссию для освоения новых земельных угодий «было приглашено из западных районов до 300 000 крестьян, каждый из которых должен был принести с собой не менее 1500 талеров, чтобы основать рентабельное хозяйство. В Бранденбурге и Пруссии только по инициативе властей было освоено около 150 000 га залежной земли. Осваивались и большие просторы земли частным путем» [7]. Еще позже, в конце XIX – начале XX в., с появлением мощных тракторов, что означало существенный прирост капитальных вложений в сельское хозяйство, возникла новая волна экстенсивного развития земледелия.

Концепция биологического земледелия зафиксировала резкое расхождение экологии и экономики сельского хозяйства. Но, к сожалению, эта концепция прошла мимо того гигантского всплеска теоретического естествознания, который возник столетие назад и впервые проявился в генетическом почвоведении В.В. Докучаева, а затем вылился в разработку учения о биосфере и биосферного класса наук. Генетическое почвоведение стало первой наукой о биосфере и образовало, как и предполагал В.В. Докучаев, центральное ядро учения о биосфере. Только обращаясь к событиям столетней давности, мы можем уловить и начальную точку развития технологического земледелия как некоторое отступление в сторону от генеральной биосферной стратегии развития сельского хозяйства, которая была в общем и целом, на принципиально новом качественном уровне сформулирована В.В. Докучаевым.

80-е годы прошлого века – кульминационный пункт развития знаний о почве. За истекшее столетие наука о почве во многом обогатилась, были достигнуты значительные успехи в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. И все же ни теория, ни практика до сих пор не достигли тех высот, на которые поднял В.В. Докучаев науку о почве. Основные, самые глубокие положения и принципы, сформулированные им, так и остались в стороне от общей линии развития земледелия нашего столетия. Что-то было упущено, что-то не получило развития, а в чем-то был сделан шаг назад в сравнении с тем, что уже завоевала теоретическая мысль столетие тому назад.

В свое время основатель геохимии ландшафтов Б.Б. Польшин писал о парадоксальной ситуации, существовавшей до появления докучаевского почвоведения: были прикладные земледельческие науки, но не было теоретического понимания их объектов. Столетие спустя, после возникновения науки о почве, мы снова обнаруживаем парадоксальную ситуацию, хотя уже несколько иного характера: существует наука о почве, а практическая деятельность человечества привела к глобальной проблеме охраны почв. Не в простой небрежности тут дело – ведь высокий урожай не может быть получен при небрежном обращении с почвой.

Удивительно, но именно в трудах В.В. Докучаева мы найдем первый, притом наиболее основательный, теоретический анализ современной парадоксальной ситуации в земледелии. Вот что он писал: «Чернозем, взятый не из-под плуга или сохи, а в девственной степи, отличается зернистой структурой; он представляет из себя как бы самую лучшую губку, пронизанную мельчайшими порами и прекрасно пропускающую через себя воздух и воду. В этой-то структуре чернозема и его главное достоинство. Некоторые наши исследователи, – и к их числу отношу

я и себя,— считают, что возратить чернозему прежнее плодородие — это значит возратить ему структуру девственных степей». Дело не в удобрении, подчеркивает ученый, а в том, чтобы сгладить следы неразумной культуры, обратившей эту чудную зернистую почву в пыль. Снова и снова он подчеркивает, что «непосредственной причиной плохих урожаев хлебов и трав служит мелкая пахота, пыль, густым слоем покрывающая ныне наш чернозем, не пропускающая через себя ни воздуха, ни влаги» (5. — С. 272). Эта мелкая пыль, слеживаясь и ссыхаясь, превращается в прочный сцементированный камень. Такую окаменелую почву трудно обработать. Да и становится она малопригодной для земледелия, хотя под ней может еще находиться достаточный запас питательных веществ.

Вернемся к высказыванию В.В. Докучаева и обратим внимание на выводы, к которым он приходит. «Я не могу,— говорит он далее,— придумать лучшего сравнения для современного состояния чернозема как то, к которому я уже прибегал в своих статьях. Он напоминает нам арабскую чистокровную лошадь, загнанную, забитую. Дайте ей отдохнуть, восстановите ее силы, и она опять будет никем не обогнанным скакуном. То же и с черноземом: восстановите его зернистую структуру, и он опять будет давать несравнимые урожаи. *Вот почему переложная система с удлиненным промежутком между посевом растений и вспашкой наиболее соответствует условиям черноземных почв*» (подчеркнуто нами — А. Т., В.Ф.) (5. — С. 273).

Напомним, что это было сказано три десятилетия спустя после выхода в свет книги А.В. Советова «О системах земледелия», до сих пор одной из непревзойденных, где доказывалось неоспоримое преимущество плодосменной системы перед переложной. В.В. Докучаев сотрудничал с А.В. Советовым и хорошо знал его труды. И А. В. Советов следил за творчеством В.В. Докучаева. Именно по настоянию А.В. Советова Вольное Экономическое общество России организовало экспедицию по черноземной полосе России, поставив во главе ее В.В. Докучаева.

Почему же В.В. Докучаев отдавал предпочтение переложной системе? В то время различию позиций двух ученых не придавалось особенно большого, тем более принципиального значения. Но позже оно приобрело исключительно острый характер. В конце 20–30-х годов на поля пришел трактор и встал вопрос о глубине вспашки. По существу за этим стояла важнейшая теоретическая проблема: придерживаться ли принципа переложной темы? Победила глубокая вспашка, и принцип переложной системы был отодвинут в сторону. А уже в наше время он пробивает себе дорогу в острой *борьбе* за утверждение почвозащитных систем земледелия и прежде всего — бесплужной, безотвальной обработки почвы, незаменимой в определенных природных условиях.

А.В. Советов совершенно справедливо отмечал, что переложная система в том виде, как она исторически сложилась на практике,— при феодальных общественных отношениях, отсталой агрономической культуре и технике — неприемлема на более прогрессивном, капиталистическом этапе общественного развития. С этим суждением А.В. Советова В.В. Докучаев, безусловно, соглашался. Он видел, что плодосменное земледелие — более культурная форма обращения с землей, привносит новейшие достижения *науки* и техники, поднимает земледельца и в интеллектуальном, и в нравственном отношениях на более высокую ступень развития.

В.В. Докучаев настаивал на сущности самого принципа переложной системы — восстановлении биопродуктивности почв путем включения во всей полноте *природного, естественного механизма самовосстановления почв*. Исторически же конкретная форма воплощения этого принципа в условиях феодально-крепостнических отношений не могла считаться удовлетворительной. Ученый подчеркивал, что необходимо найти правильное соотношение принципов переложной и плодосменной систем земледелия, связав их с зональностью земледелия и системой мер по

охране почв. Вот как в обобщенном виде выразил он свой взгляд на практику земледелия: «...в черноземной полосе России прежде всего нужно заботиться о восстановлении первоначальной физики почв и зернистой структуры их в особенности, что возможно достигнуть различными способами: рациональной залежной системой (отдыхом почв), известным плодосменным травосеянием, введением правильного лесного и водного хозяйства».

В системе севооборота воплощен ряд важнейших принципов и механизмов работы природных биогеоценозов. И все же, сколь изощренной ни была бы система севооборота, невозможно во всей полноте воспроизвести ту сложную взаимосвязь разнообразнейших процессов, которая существует в природных биогеоценозах и формирует структуру почв. Пуская при переложной системе восстановление почвы «на самотек», мы даем возможность с наибольшей полнотой проявиться всей совокупности природных взаимосвязей и тем самым — процессу самовосстановления почв.

При сложившейся практике земледелия этот процесс самовосстановления протекает слишком медленно и поэтому слишком много земли пришлось бы «пускать в залежь». Такая скорость самовосстановления никого удовлетворить не способна. Но может ли она быть увеличена? Сейчас мы не можем перейти на переложную систему из-за химического, механического и других причин уничтожения семенного фонда в почвах, обеспечивающего самовосстановление почв. Если мы оставим черноземное поле на произвол судьбы, то оно никогда не достигнет ковыльной стадии просто потому, что в ней давно нет семян ковыля. Напомним, что в хорошей луговой пойменной почве на 1 м² находится 10–20 тыс. различных семян, правда, очень низкой всхожести. Вообще всхожесть семян дикорастущих видов низка, и с этим необходимо считаться.

Как же быть? Положительно отвечают опыты, проведенные в Ставропольском ботаническом саду СНИИСХ. На участках степи, вышедших из-под пашни, высевались естественные поликомпонентные смеси семян (перемолоченная масса сена целинной степи), полученные при сплошной уборке сена на эталонных целинных землях. Степной комплекс в этом случае восстанавливался за 3 года. На восстановление же степного комплекса путем его естественного зарастания уходит 15–60 лет [4]. Так наука выявляет один из важнейших путей ускорения естественного восстановления почв.

Сельскохозяйственная наука много занимается разработкой агрономических основ специализации севооборотов, этой необходимейшей частью исследований в области земледелия. Но нужно идти дальше. Необходимо ставить перед наукой в качестве первоочередной и наиважнейшей задачу всестороннего исследования механизмов естественного самовосстановления почв и максимального использования их в практике земледелия. Иными словами, нужно всесторонне научно изучить пути и формы применения принципа переложной системы в современном земледелии. В этом смысле и следует понимать то значение, которое В.В. Докучаев ей отводил. Не опираясь на этот принцип, мы не сможем добиться охраны почв.

Между позициями А.В. Советова и В.В. Докучаева, как показала история, нет противоречия. Современное земледелие вплотную подошло к соединению принципов севооборота и использования естественных механизмов самовосстановления почв.

Современное земледелие и сельское хозяйство в целом находятся в противоречии со многими сторонами жизни биосферы. Непонятно почему, но в сельском хозяйстве человечество ведет настоящую борьбу с ресурсами и функциями биосферы. Необходимо помнить, что биосфера всегда сильнее нас. Человечество — часть биосферы, а биосфера — не придаток человечества. Возраст биосферы — несколько миллиардов лет, а культурному человечеству — не более десяти тысяч лет. Единственный путь примирения человечества с биосферой — научиться жить

по биосферным законам, жить на проценты с великого круговорота вещества и энергии в биосфере, жить в единстве с другими обитателями планеты, коих насчитывается более 3 млн. видов. Поэтому всякое приближение наших действий к биосфере следует считать прогрессивным.

И именно поэтому, на наш взгляд, вершиной прогресса в сельском хозяйстве следует считать безотвальную систему земледелия как почво-сберегающую и минимизированную по затратам капитала, энергии и труда. Система земледелия Мальцева–Моргун не нарушает течения почвенно-биологических процессов и способствует поддержанию беспрерывного биологического круговорота веществ.

Система севооборота прошла свой исторический путь развития. Опираясь на нее, человечество достигло весьма внушительных результатов в повышении урожайности. Но мы не должны забывать, — а именно это обстоятельство выходит сегодня на передний план, — что успешное применение системы севооборота стало возможным за счет ускоренной эксплуатации резерва биопродуктивности почв, созданного за всю предшествующую историю их развития. И мы подходим к исчерпанию этого резерва. «Безусловно, — пишет Ф.Т. Моргун, — сегодняшние урожаи возросли против тех, которые собирали во времена Докучаева. Но мы, к сожалению, не всегда задумываемся, какой ценой эти успехи достались. Если же трезво смотреть правде в глаза, то нельзя не признать, что современное земледелие, по сути, живет в кредит» [8].

Нынешнее поколение живет за счет будущих поколений. Высокие урожаи достигаются путем перевода почв в допинговый режим работы, при котором ускоренно потребляется «неприкосновенный запас» организованности почв, являющейся, по словам В.И. Вернадского, основным свойством биосферы и ее систем. Отсюда — глобальная проблема охраны почв, которая становится решающим критерием оценки дел в современном земледелии.

Продлав столетний «вираж» технологического земледелия, человечество вынуждено вновь обратиться к выдвинутым В.В. Докучаевым принципам земледелия, основанным на естественных механизмах наращивания организованности и соответственно биопродуктивности почв. Теоретической основой этих принципов выступает докучаевское почвоведение и учение В.И. Вернадского о биосфере.

Не следует думать, что сама по себе экологическая трактовка сельского хозяйства поможет ему выйти на новую ступень. Негативные экологические проблемы порождены монокультурным способом хозяйствования, а разработка стратегии развития производства не может базироваться на его отрицательных сторонах. Только переход на биосферно-биогеоценологический тип мышления приведет к качественно новому этапу сельского хозяйства.

До сих пор сельскохозяйственная наука развивается (с некоторыми оговорками) стихийным эмпирическим путем, преследуя прикладную цель — дать наиболее эффективные способы эксплуатации накопленного многие тысячи и миллионы лет почвенного ресурса биосферы. Сейчас науки о биосфере, служащие теоретической базой сельского хозяйства, становятся фундаментальной наукой о наращивании организованности биосферных систем и интенсификации их производительных сил. Здесь теоретической основой становится биосферный тип мышления, направленный на изучение исторического развития взаимодействия человечества с биосферой и в самой своей основе исключаящий, предотвращающий появление экологических проблем сельского хозяйства.

Биосферное земледелие — это новая, «культурная», как говорил В.И. Вернадский, форма почвообразовательного процесса в современный геологический период развития биосферы. Историческая неизбежность биосферного земледелия ясна. И потому нужны серьезные теоретические исследования и научные эксперименты на больших площадях с целью введения его в практику.

Литература

1. Блок М. Характерные черты французской аграрной истории. — М.: Инстр. лит-ра, 1957.
2. Вавилов Н.И. Избр. труды. Т. 5. — М.: Наука, 1965.
3. Воробьев С.А., Четверня А. М. Биологич. земледелие // Агронимич. основы специализ. севооборотов. — М.: Агропромиздат, 1987.
4. Дзыбов Л.С. Метод ускорен. воссоздания травянистых сообществ // Экспериментальная биогеоценология и агроценозы. Тез. докл. Всесоюз. совещания. — М.: Наука, 1979.
5. Докучаев В.В. Соч. Т. 7. — М.: Изд-во АН СССР, 1953.
6. Заславский М.Н. Эрозия почв. — М.: Мысль, 1979.
7. Майер В.Е. Крестьянство Германии в эпоху позднего феодализма. — М.: Высшая школа, 1985.
8. Моргун Ф.Т. Поле без плуга. — М.: Известия, 1984.
9. Новый подход к традицион. земледелию. Курьер ЮНЕСКО. Апрель 1987.
10. Одум Ю. Экология. — М.: Мир, 1986.
11. Тимофеев-Ресовский Н.В. Биосфера и человечество // Чтения памяти Н.В. Тимофеева-Ресовского. — Ереван: Изд-во АН Армянской ССР, 1983.
12. Тимофеев-Ресовский Н.В., Тюрюканов А. Н. Биогеоценология и почвоведение // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1967. Т. 72. Вып. 2.
13. Тюрюканов А.Н. Биосфера и человечество. — М.: Знание, 1973.
14. Яблоков А.В. Правда. 26 октября 1987.
15. Bioscience. 1979. V. 29. №10. — P. 603.
16. Collombon J.M. Impact of science on society. 1980. V. 30. №4. — P. 316.
17. Soderbaum P. Eur Rev. Agr. Econ. 1980. V. 7. №1.
18. Simmons I.G. Progr. Hum. Geogr. 1977. V. 1. №2.

УЧЕНИЕ О «БИОСФЕРЕ И ЧЕЛОВЕЧЕСТВЕ» — ТЕОРИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ПРИРОДЫ НА ПЛАНЕТЕ¹

К концу прошлого века научная мысль подошла к решающему рубежу своего развития — к пониманию того, что нужно не только знать природу, но и жить в согласии с нею. Иначе научная истина обращается против человечества и против природы и, следовательно, обесценивается. Понимание этой задачи науки В.В. Докучаев положил в основу общей концепции естествознания, принявшей в трудах В.И. Вернадского вид концепции биосферы — ноосферы. В.В. Докучаев настоятельно подчеркивал, что «сущность и высшая прелесть естествознания» заключается в изучении «вековечных, генетических и всегда закономерных взаимосвязей и взаимоотношений», какие существуют между живой и неживой природой, с одной стороны, и человечеством — его экономической, культурной и духовной жизнью — с другой.

Углубляя докучаевскую программу развития естествознания, В.И. Вернадский разработал в понятии ноосферы геологический ракурс понимания роли человечества в эволюции биосферы. «Человечество, — писал он, — становится мощной геологической силой, способной преобразовать биосферу в целом, а научная мысль — планетным явлением». К этому выводу он пришел, осмысливая «взрыв научного творчества» в начале нашего века. И одновременно предостерег, что рост научного знания особенно остро ставит задачу предотвращения использования науки «во зло человеку». К сожалению, научное сообщество не прислушалось к этому предупреждению ученого.

В.И. Вернадский сформулировал три основные научные установки, позволяющие предотвратить использование науки в антигуманных целях. Во-первых, следует исходить из положения о том, что не «природа вообще», а биосфера является «основной областью научного знания» и, одновременно, «областью максимального проявления человечества». В.И. Вернадскому принадлежит выдающееся эмпирическое обобщение о существовании трех реальностей — реальности Космоса, реальности микромира и биосферной реальности. Это обобщение приобретает особенно значительный смысл в связи с тем, что в век научно-технической революции человечество начинает активно вовлекать реальность Космоса и микромира в свою материально-производственную деятельность. Ввиду этого, весьма актуально высказывание В.И. Вернадского о том, что «логика естествознания глубоко и неразрывно связана с биосферой. Это положение является главным, исходным для понимания цели и сущности логики естествознания».

¹ Статья опубликована в соавторстве с В.М. Федоровым в «Биологическом журнале Армении». 1989. № 9-10. — С. 801–809».

Во-вторых, согласно В.И. Вернадскому, следует исходить из положения о том, что не отдельно взятый человек, а человечество «как единое целое» является мощной геологической силой. «Создание ноосферы из биосферы, — писал ученый, — есть природное явление, более глубокое и мощное в своей основе, чем человеческая история. Оно требует проявления человечества как единого целого. Это его неизбежная предпосылка. Это новая стадия в истории планеты, которая не позволяет пользоваться для сравнения, без поправок, историческим ее прошлым. Ибо эта стадия создает по существу новое в истории Земли, а не только в истории человечества».

В-третьих, необходимо исходить из положения о том, что развитие научной мысли должно идти в направлении выявления организованности биосферы и Космоса с учетом древности всей человеческой культуры, всей истории освоения человечеством биосферы. Идеалы гуманизма неизбежно приобретают абстрактно-общий характер, если они отрываются от историзма взаимосвязи человечества с биосферой.

Проблема «наука — культура — этика» оказалась в центре идей русского космизма (В. Соловьев, Н. Федоров, П. Флоренский, К. Рерих, К. Циолковский и другие), возникшего и развившегося одновременно с докучаевской школой в естествознании.

К сожалению, в нашем веке (как мы теперь вынуждены признать под давлением глобальных проблем современности) разработанная Докучаевым—Вернадским стратегическая линия развития естествознания была отодвинута в сторону. Человечеству был навязан технологический путь развития и способ мышления, который всего за несколько десятилетий поставил человечество в антагонистические отношения с биосферой.

Технологический способ мышления антиисторичен и абстрактен. В его основе — однособытийная логика познания природы. Эта логика теряет из поля зрения биосферу как особое целостное природное образование, задающее и контролирующее способ поведения человечества. Тем самым утрачивается культура научного познания, а взаимодействие с биосферой превращается в насилие над ней.

Господство технологического способа мышления привело к подмене естественноисторических понятий «биосфера» и «человечество» политической, исторической эфемерной терминологией прагматиков, которые ввели в употребление термины «окружающая среда», «энвайроменталистика», «глобалистика» и другие. Сейчас поэтому необходимо подчеркнуть некорректность широко распространенного понятия «человек и биосфера» и правильность несложного, также единого, понятия биосфера и человечество», введенного в научный обиход Н.В. Тимофеевым—Ресовским.

Технологический способ мышления культивирует представление о том, что человек способен навязать биосфере целесообразный (с его, антропоцентрической, точки зрения) для него способ существования. Это служит оправданием агрессивного технологического наступления на биосферу, которое в корне противоречит сущности и всей предшествующей истории взаимоотношения человечества с биосферой. Отсюда и возникает выражение «человек и биосфера», в котором «человек», (а не человечество) стоит на первом месте, а «биосфера» — на втором. На самом же деле первична биосфера — ее возраст достигает нескольких миллиардов лет, а человечество вторично — ему несколько тысяч лет. Человечество—всего лишь один из более трех миллионов биологических видов. Биосфера практически (геологически, как выражался В.И. Вернадский) вечна, а человек смертен. Разрушая биосферу, человечество ведет себя не как *Homo sapiens* («человек разумный») и в результате ставит само себя перед вопросом «быть или не быть?».

Рассматривая вопрос о причинах появления и обострения глобальных проблем современности, следует иметь в виду, что многие из них обусловлены проти-

воречивым характером развития самой науки. На эту противоречивость В. И. Вернадский обратил особое внимание. Основное внутринаучное противоречие в развитии естествознания он связал с борьбой двух линий («принципов») — линии Ньютона и линии Бюффона. Принцип Ньютона заключался, по его словам, в «поразительном упрощении в применении механических законов к явлениям природы, необычайном распространении области их применения», принцип же Бюффона состоял в использовании эволюционной идеи для «объяснения порядка природы и разнообразных сходств, какие наблюдаются между ее объектами». К середине XVIII в. принцип Ньютона стал доминировать в естествознании, стал определять «стиль мышления» в науке и задавал способ построения воззрений на природу в целом в виде механистической, а затем физической (в ее различных вариантах) картины мира. Борьба этих двух линий ярко проявилась в разделении естествознания на две группы наук — на группу наук о неживой природе и группу наук о живой природе.

Такое разделение имеет, казалось бы, под собой объективное основание — уже Ж.-Б. Ламарк указал на резкую, отчетливо фиксируемую на эмпирическом уровне «непереходимую» грань, разделяющую живую и мертвую природу. В.И. Вернадский выявил 16 признаков «материально-энергетического отличия живых естественных тел биосферы от ее косных естественных тел». Наиболее основательно в научном отношении это отличие было проработано по поводу второго закона термодинамики. Вместе с тем столь же эмпирически очевидно непрерывно идущее взаимодействие живого с неживым, обмен между ними веществом и энергией.

Заслуга В.В. Докучаева заключается в том, что он первым выявил, каким образом реально разрешается это противоречие между живым и неживым. Оно разрешается путем формирования особых (биокосных, по В.И. Вернадскому) природных тел (почвы, биогеоценозы, биосфера), способом существования которых является, согласно В.И. Вернадскому, биогеохимический круговорот вещества и энергии. В.В. Докучаев выдвинул определение почвы как особого естественноисторического тела, возникающего и развивающегося в процессе исторически длительного взаимодействия живого вещества с неживым. С этого определения началась наука о почве, которая стала первой наукой о биосфере. Учение о биосфере и науки о ней (докучаевское почвоведение, докучаевское учение о зонах природы, биогеохимия В.И. Вернадского, биогеоценология В.Н. Сукачева, учение о ландшафтно-геохимических системах Б.Б. Польшова, радиационная биогеохимия и радиационная биогеоценология Н.В. Тимофеева-Ресовского и другие науки) представляют собой не что иное как правильно найденную теоретическую форму выражения диалектически противоречивого характера взаимоотношения живого вещества с неживым. Именно на этой теоретической основе естествознание, распавшееся на множество направлений и ответвлений, каждое из которых развивается на собственной концептуальной основе и в значительной мере независимо от других, может быть интегрировано в единое целое именно в концептуальном смысле. Иными словами, общее естествознание (не как механическая совокупность рядом положенных его составных частей, а как теоретически единое целое) возможно лишь как биосферное естествознание.

С появлением докучаевской естественноисторической школы углубилось и приняло новые формы противостояние двух линий (Ньютона и Бюффона) в естествознании. Это противостояние В.И. Вернадский выразил (1916) в важнейшем эмпирическом обобщении о сосуществовании «двух синтезов Космоса», или «двух научных картин мира», «двух научных мировоззрений» — физического (и механического) и натуралистического, которое мы теперь с полным основанием можем назвать биосферным. В первом, физическом, явления жизни практически полностью игнорируются или истолковываются в чисто физическом смысле. Во втором — биосферном, наоборот, явления жизни и человечество рассматриваются как фак-

тор организованности Космоса и признается, что этот фактор имеет столь же фундаментальное значение как универсальные физические законы и типы взаимодействия. Каждое из названных мировоззрений строится на собственных научных принципах и представляет собой особый тип мышления в науке. Это очень важно подчеркнуть, иначе невозможно понять те коллизии, которые претерпевает наука перед лицом глобальных проблем современности. Сущность глобальных проблем заключается в судьбе биосферы и ее живого вещества. Между тем сами эти проблемы порождены мощным развитием индустриальных технологий, целью построения на принципах физической картины мира, т.е. картины, в которой игнорируется специфика явлений жизни и организованности биосферы. Более того, высокие темпы экономического развития, достигнутые в нашем столетии, стали возможны благодаря внедрению технологий, которые обеспечили: ускоренное потребление природных ресурсов биосферы. Темп потребления ресурсов настолько высок, что даже если перейти к экологически чистым технологиям, то запаса ресурсов хватит всего на несколько десятилетий. А это означает, что нынешнее экономическое процветание есть воровство у будущего – у будущего биосферы и будущих поколений людей.

В физике существует множество законов, определяющих, при каких условиях может совершаться тот или иной физический процесс. Мы знаем, какие физические процессы природа «запрещает» или «разрешает». Но в физической картине мира, поскольку в ней абстрагируются от явлений жизни, не содержится запрета на действия, губящие живое вещество биосферы и в том числе человека. Этот запрет содержится в биосферной картине мира. Вот почему мы никогда не сможем избавиться от глобальных проблем, если не совершим решительный поворот от ныне господствующей физической картины мира к биосферной.

Экологические и другие глобальные проблемы отражают критический этап развития современной науки, обусловленный резким и прямым столкновением физического и биосферного типов научного мышления. Если в 20-х годах В.И. Вернадский мог еще говорить о сосуществовании физической и натуралистической картины мира, отмечая при этом, что будущее науки принадлежит биосферному взгляду на природу, то теперь необходимо безусловный приоритет отдать биосферному мышлению. Нет сомнения, что физическая картина мира окажет крупные и ценнейшие услуги в решении технической стороны глобальных проблем, но она не может в принципе помочь в выборе и обосновании стратегии развития взаимоотношения человечества с биосферой, сущность которой заключается в сохранении и наращивании производительных сил биосферы.

К сожалению, инерция мышления еще слишком сильна. Все еще существует убеждение, что экологические проблемы можно решить, оставаясь в рамках физической картины мира. Это обстоятельство необходимо учитывать, выясняя подоплеку многих ожесточенных споров, ведущихся вокруг проблем экологии. В дискуссиях о применении пестицидов и ядохимикатов, переброске рек и строительстве гидро- и атомных электростанций, мелиорации и загрязнении рек и озер отчетливо проявляется альтернативность физического и биосферного типа мышления и отсутствие ясного понимания того, что единственно научным подходом является только биосферный. Между тем мы все еще пытаемся совместить несовместимое по принципу «и волки сыты, и овцы целы». Технология, построенная на физических принципах, неизбежно губит живое вещество. От этого невозможно избавиться. Поэтому попытки найти технологическое решение биосферных проблем представляют собой самообман.

Ограждая себя от вредных воздействий индустриальных технологий на биосферу, мы вынуждены принимать контрмеры. Этот «принцип контрмер» и лежит в основе подавляющего большинства экологических концепций и программ. Но это узкое понимание экологических проблем. В рамках отношений «мера – контрмера»

никакая проблема никогда принципиально не решается, напротив, ее напряженность возрастает. Именно поэтому решение экологических проблем нужно искать на пути перехода к биосферной концепции стабилизации природы. В отличие от современной экологии, во всех ее многообразных разветвлениях строящейся как концепция охраны отдельных видов организмов и популяций (и прежде всего популяции человечества), учение о биосфере доказывает необходимость мыслить в масштабе всей геологической истории биосферы и заботиться о сохранении богатства живого вещества во всем его разнообразии. С потерей этого богатства мы теряем потенциал не только материального, но также нравственного и духовного развития.

Сейчас наметился целый ряд весьма перспективных направлений научных исследований, которые открывают возможность решать ресурсно-сырьевые проблемы путем активизации деятельности живого вещества в биосфере (перевод сельского хозяйства с монокультурной на биогеоэкологическую основу, биоконверсия солнечной энергии, получение энергии из биомассы, повышение КПД фотосинтеза растений и т.д.). Сущностью всех этих направлений является интенсификация биогеохимического круговорота вещества и энергии в биосфере. Как подчеркивал Н.В. Тимофеев-Ресовский, нужно добиваться того, чтобы мы жили «на проценты» с этого круговорота, не затрагивая, а наоборот, увеличивая мощность зеленого и почвенного покрова биосферы, наращивая ее организованность — ее основной капитал. Сокращение зеленого и почвенного покрова планеты и генофонда живого вещества становится «ахиллесовой пятой» человечества. Поэтому разработка проблемы «биосфера и человечество» является, как неоднократно говорил Н.В. Тимофеев-Ресовский, первоочередной, не терпящей отлагательства научной проблемой, на решение которой должны быть брошены основные силы научного сообщества ученых.

Большой и необычайно острой проблемой становится быстрое изменение — в пределах жизни одного поколения людей — геологического облика планеты. Это приводит к нарушению экологических ниш жизнеобитания организмов и их популяций. Экологическая ниша зачастую понимается статично — лишь как место жизнеобитания. Тем самым упускается или приглушается историзм взаимоотношения организмов со средой, т.е. понимание того, что экологическая ниша является тем локусом биосферы, который должен быть завоеван популяцией. Разрушая геологическую среду, мы одновременно огромное множество популяций ставим в условия, когда они вынуждены вновь завоевывать для себя экологические ниши. В результате резко падает организованность биосферы и существенно снижается активность живого вещества и, соответственно, интенсивность биогеохимического кругооборота вещества и энергии в биосфере. Вот почему, имея в виду значительное изменение состояния геологической компоненты биосферы, целесообразно наряду с понятием охраны природы ввести более широкое понятие «стабилизация природы».

Биосферная концепция стабилизации природы указывает на необходимость ввести принцип структурной организованности биосферы в качестве основополагающего регулятора содержания, направления и темпа материально-производственной деятельности человечества. Размещение производительных сил на территории страны должно происходить с учетом естественноисторической структуры биосферы (бассейнов, тектоники, географического распространения почв и биогеоценозов, региональности этносов и т.д.).

Согласно В.И. Вернадскому, не техногенез, а ноосферогенез — совместная эволюция (коэволюция) биосферы и человечества — составляет главную черту современной геологической стадии эволюции биосферы. Техногенез, несомненно, свидетельствует о том, что человек стал умным, но его ума пока хватило только на то, чтобы развиваться за счет безудержного потребления ресурсов био-

сферы. В этом проявилась односторонность развития человечества, и она оказалась бумерангом, ударившим по человечеству глобальными экологическими проблемами. Человек пока еще не постиг мудрость природы, сумевшей шаг за шагом накапливать организованность биосферы.

Наша страна занимает одну шестую часть всей суши планеты и поэтому все, что делается в нашей стране, невольно приобретает глобальный характер. Просчеты и задержка со своевременным решением экологических проблем с одной стороны, скрадываются благодаря большим пространствам страны, а с другой — в критический момент приобретают особенно ожесточенный характер. Из этого следует, что в нашей стране особенно чувствуется потребность скорейшего перехода к биосферной концепции стабилизации природы, тем более что она является родной данной концепции.

По существу, Н.В. Тимофеев-Ресовский оказался единственным ученым, глубоко осознавшим и осуществившим преемственную связь концепции Докучаева—Вернадского с самыми острейшими проблемами современной науки. Выдвинутое В.И.Вернадским положение о естественной организованности реальностей Космоса, микромира и биосферы оказалось в центре научной деятельности И.В. Тимофеева-Ресовского, изучавшего воздействие радиации на живое вещество биосферы, иными словами, исследовавшего эффекты прямого столкновения реальности биосферы с реальностями Космоса и микромира, инициированного искусственными источниками радиоизлучения. Он стал основоположником радиационной биогеоценологии как одной из наук о биосфере.

В.И. Вернадский умер всего за несколько месяцев до атомной бомбежки Хиросимы и Нагасаки. Н.В. Тимофеев-Ресовский пережил это событие. Более того, как специалист он исследовал эффекты воздействия ионизирующей радиации на живое вещество при испытаниях ядерного оружия и утечке радиоактивных элементов в окружающую среду при авариях на атомных электростанциях.

Н.В. Тимофеев-Ресовский выделил особую геохимическую функцию живого вещества (расширив тем самым учение В.И. Вернадского о геохимических функциях живого вещества) — его способность адсорбировать и накапливать радиоизотопы и содействовать их миграции, тем самым значительно определяя их судьбу на планете. Концепция биосферы, подчеркивал он, имеет в настоящее время всеобщее значение для оценки любых — глобальных, региональных и локальных акций человечества. «Любая достаточно широкая проблема о воздействии человечества и его промышленной деятельности на окружающую среду, — писал он, — должна в настоящее время ставиться на основе созданного В.И. Вернадским учения о биосфере и разработанной В.Н. Сукачевым биогеоценологии, дисциплины, изучающей взаимосвязи между компонентами (косными и живыми) биогеоценозов, как элементарных биохорологических участков современной биосферы, а также взаимодействия между разными биогеоценозами». Это дало ему право сказать, что «вся история естествознания, русского естествознания XIX и XX вв., дает возможность именно нам, советским ученым, эффективнее других, целостнее и рациональнее приступить к изучению научных основ большой проблемы—проблемы «биосфера и человечество». В 1968 г. он подчеркнул, что проблема «биосфера и человечество» должна решаться как комплексная проблема, решение которой является задачей всего естествознания, включая математику, и значение которой до сих пор большинством людей недостаточно осознано». Проблема «биосфера и человечество», пишет он, «...это действительно проблема номер один и проблема срочная. Нам нужно уже сейчас бросить все научные силы на решение этой проблемы». Он постоянно подчеркивал, что эту проблему необходимо осознать во всей ее остроте, глубине и широте.

Многие десятилетия научные исследования, проводившиеся под руководством Н.В. Тимофеева-Ресовского и помеченные грифом секретности, были недо-

ступны для научной общественности. Мы от этого, как показал Чернобыль, только потеряли. К тому же, к сожалению, он слишком доверчиво относился к работникам атомной промышленности. Тем более сейчас, как никогда раньше, необходимо подхватить и развить богатство научных идей Н.В. Тимофеева-Ресовского и особенно его стержневую идею перехода естествознания на биосферную основу.

Литература

1. Докучаев В.В. Избр. соч. — М., 1949. Т. 3. — С. 331–332.
2. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. — М., 1988. — С. 282.
3. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. — М., 1988. — С. 34–35.
4. Вернадский В.И. Избр. тр. по истории науки. — М., 1981. — С. 202, 205.
5. Вернадский В.И. Тр. биогеохимической лаборатории. — М., 1980. — С. 70–77.
6. Вернадский В.И. Живое вещество. — М., 1978. — С. 12–20.
7. Тимофеев-Ресовский Н.В. Тр. Ин-та биологии Уральского филиала АН СССР. — Свердловск, 1969. Т. 22. — С. 10.
8. Тимофеев-Ресовский Н.В. Науч. тр. Обнинск. отд. ГО СССР. Сб. первый. — Обнинск, 1968. Т. 1. — С. 25.
9. Тимофеев-Ресовский И.В. Науч. тр. Обнинск. отд. ГО СССР. Сб. первый. — Обнинск, 1968. Т. 1. — С. 15.
10. Тимофеев-Ресовский Н.В. Науч. тр. Обнинск. отд. ГО СССР, Сб. первый. — Обнинск, 1968. Т. 1. — С. 21.

ПОЧВЫ – ПРИРОДНЫЙ БАЗИС ЧЕЛОВЕЧЕСТВА¹

Почвы – основная производительная сила природы, составляющая узловое звено всей жизнедеятельности человечества. Охрана почв, необходимость повышения их биопродуктивности и наращивания мощности и площади почвенного покрова возможны при переходе от интенсивных технологий земледелия к земледелию на биосферно-биогеоценотической основе.

В самом конце прошлого века произошло замечательное событие – великий русский естествоиспытатель В.В. Докучаев основал науку о почве. К сожалению, и сейчас, столетие спустя, мы не осознаем всей грандиозности этого события. Докучаевское почвоведение открыло новый путь развития естественно-научной мысли. Оно проторило дорогу учению В.И. Вернадского о биосфере, дало толчок целому новому классу фундаментальных наук о биосфере, оно само было первой наукой о биосфере. И самое главное, докучаевское почвоведение заложило научные основы стратегии взаимодействия человечества с биосферой, а биосферные проблемы – «болевая точка» современного человечества.

Мы нисколько не преувеличим, если скажем, что В.В. Докучаев открыл тот основной естественный механизм, работа которого определяет весь облик планеты Земля. Это работа ее почвенного покрова.

Говорят, почвы – «кожа планеты». Но это «шагреновая кожа»: убивая почвы, мы убиваем себя. Почва – самая молодая, самая сложная и потому наиболее ранимая оболочка планеты. Особенно она чувствительна к радиационным (Чернобыль) и химическим «ожогам». Природа не создала систему защиты почв от варварского обращения с ними человека. Только культура самого человечества способна служить гарантией их безопасности.

Почвы – основное богатство, предоставленное человечеству природой, основной природный ресурс его существования и развития. Хорошо известен афоризм: время – деньги. Но обратное утверждение не имеет силы: нельзя купить ни за какие деньги то историческое время, которое потребовалось на формирование почвенного покрова планеты. Поистине, почвы – бесценное сокровище. Д.И. Менделеев говорил, что выгоднее топить ассигнациями, чем нефтью. В.В. Докучаев усилил эту мысль. Чернозем, писал он, «дороже всякой нефти, всякого каменного угля, дороже золотых и железных руд; в нем – вековечное неисчерпаемое русское богатство». Распорядились же мы этим богатством хуже некуда – повсеместно идут истощение и эрозия почв, ежегодно списываются миллионы гектаров пашни из-за непригодности.

Медленно, но верно агрономия прошлых веков продвигалась к оптимизации хозяйствования на земле. Правда, за этим, как тень, возникала приоритетность экономических начал. В конце прошлого века, когда начало формироваться

¹ Статья опубликована в соавторстве с В.М. Федоровым в «Вестнике с.-х. науки. 1990. № 7. – С. 42–50».

учение о почве, агрономию стал одолевает ее злой гений – Техника. На смену двух-трехвершковой пахоты пришла глубокая вспашка мощными тракторами с не менее мощными плугами. Не считаясь с толщиной гумусовых горизонтов почв, насыщенных жизнью и биологически активных, Техника презрела исторические каноны Почвообразования и Агрономии.

Глубокая вспашка перемешала гумусовые горизонты с бесплодными. Великое разнообразие почв с их разномошными гумусовыми горизонтами исчезло. Отныне урожай стала определять не глубина плодородных гумусовых горизонтов, а глубина плугов, созданных на заводах. Глубокая вспашка убила почвы как особые природные тела, на создание которых шли тысячелетия. В короткое время плуг превратил почвы в «пахотные горизонты» глубиной 25 см, в тот слой, который определялся глубокой вспашкой. Бесплодная глина, подпочвенный слой превратились в «окультуренную почву».

С вторжением техники развитие земледелия стало зависеть от экономических соображений и даже политических амбиций, а не от естественноисторических законов жизни почв. У каждой так называемой развитой страны, как мы теперь видим, были свои роковые даты гибели почв. Для нашей страны таким роковым временем стал конец 20-х – начало 30-х годов – эпоха коллективизации и индустриализации. Почва превратилась в пахотный горизонт, рожденный стальным плугом, в свою очередь рожденным не менее стальным сталинским режимом.

Сейчас, оказавшись «припертыми к стенке» глобальной проблемой охраны почв, мы вынуждены признать, что *биосфера и ее почва – базис человечества*, а экономика – всего лишь надстройка над этим базисом. Биосфера первична, экономика – вторична. Мы же перевернули это отношение и оказались перед угрозой разрушения биосферы и перед проблемой выживания человечества. Призыв к выживанию стал главным и поглотил все остальные лозунги.

Необходимость охраны почв, а правильнее говоря, восстановления и оптимизации их производительной силы, занимает особое, ключевое место среди всех других экологических и биосферных проблем. *Почва – это следящая и управляющая система биосферы*; в ней, как в фокусе, сходятся все многообразные процессы, протекающие в биосфере. «Естественной природной машиной» называл почву К. Маркс. *Работа этой машины составляет основную производительную силу биосферы, всеобщее условие всей жизнедеятельности человечества*, не только производства, но и культурной и духовной жизни. По существу состояние почв, как зеркало, отражает многочисленные противоречия и коллизии, возникающие во взаимодействии человечества с биосферой.

Вот почему В.В. Докучаев настоятельно подчеркивал, что в изучении «генетических, вековечных и всегда закономерных соотношений и взаимодействий», какие существуют между мертвой и живой природой, с одной стороны, и человеком – с другой, ведущую роль и центральное положение занимает наука о почве [1]. Эти соотношения и взаимодействия, считал он, «лежат в основе, в корне наиболее существенных этнографических, исторических, бытовых, экономических, социальных и всевозможных культурных человеческих особенностей и проявлений, а поэтому всегда от века, т.е. роковым, неотразимым образом тяготели над всем человеческим миром и поныне, как дамоклов меч, висят над ним, связывая мнимого господина земли по рукам и по ногам, несмотря ни на какие успехи цивилизации, ни на какие открытия науки и техники, ни на какие политические перевороты, катастрофы, перемены и перестановки». И далее Докучаев, сокрушаясь о том, как много бед и несчастий принесли и приносят человеку природные стихии, отмечает, что «лишь почвы, с их растительностью и животным миром, были более благожелательной, так сказать, милостивой стихией, были истинной кормилицей господина. С ее-то даровыми благами – с этими разнообразными пло-

дами земными, в самых разнообразных видах и формах, и связана жизнь со всеми ее мельчайшими проявлениями» [1].

С этой самой милостивой стихией человечество обошлось самым злым образом, о чем так жестко написал К. Маркс: «Всякий прогресс капиталистического земледелия есть не только прогресс в искусстве грабить рабочего, но и в искусстве грабить почву, всякий прогресс в повышении ее плодородия на данный срок есть в то же время прогресс в разрушении постоянных источников этого плодородия... Капиталистическое производство, следовательно, развивает технику и комбинацию общественного процесса лишь таким путем, что оно подрывает в то же самое время источники всякого богатства: землю и рабочего» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. – Т. 23. – С. 515). Вплоть до второй половины нашего века производство еще могло развиваться таким путем, опираясь на запасы природных ресурсов и огромные компенсаторные возможности биосферы. Но теперь этот резерв развития исчерпан. Более того, реальной стала опасность необратимого разрушения биосферы.

Попытки предотвратить коллапс биосферы и решить острейшие экологические проблемы заставили сформулировать так называемый «экологический императив», запрещающий любое производство, загрязняющее окружающую среду. Родилась формула «экономика + экология», хотя странным образом не замечается содержащееся здесь *contradictio in adjecto* (противоречие в определении): если экономика антиэкологична, то это означает, что она уничтожает свои собственные природные предпосылки, иначе говоря, уничтожает саму себя.

Согласно этой формуле, нужно найти более щадящий (рациональный, как еще говорят) режим использования природных ресурсов, суметь «вписать» современную технологию в систему биосферных процессов. Технология как бы корректируется введением так называемых экологических нормативов производства.

Конечно, нужно всемерно содействовать переходу на экологически чистые технологии, но нельзя забывать, что технология, эта основная движущая сила промышленного прогресса, есть не что иное, как найденный человеком способ ускоренного потребления природных ресурсов. За счет этого и достигается выигрыш в производительности труда – главном показателе эффективности производства.

Развивая технологию, человечество обратилось к недрам Земли. Здесь оно нашло рудные месторождения и залежи горючих ископаемых – сырье для крупной промышленности. Такое сырье в основном представляет собой, по В.И. Вернадскому, «былые биосферы», то есть продукт деятельности биосферы в исторически отдаленные времена. Поглощая сырье, крупная промышленность поглощает «прошлую работу» биосферы. По некоторым оценкам, современное человечество всего лишь за одни сутки «съедает» таким путем миллион лет жизни биосферы. Таков природный эквивалент современной технологии с высокой производительностью труда.

Устоявшаяся тенденция современного человечества жить за счет прошлой работы биосферы отчетливо прослеживается и в сельском хозяйстве, превращенном в наш век, по существу, в отрасль промышленного производства. По данным английских специалистов, энергия, содержащаяся в говядине, индустриально выращиваемой в Великобритании, на 74 % ископаемого происхождения и только на 26% – солнечного. При производстве бройлеров и того хуже: вклад солнца в их мясо равен лишь 3%. На 97% английские бройлеры состоят из «нефти» [12].

Стоит ли удивляться, что, сделав ставку на «былые биосферы», технология игнорирует работу современной биосферы? Не потому ли получило распространение столь пренебрежительное отношение к почвам? Не потому ли одновременно с нашествием интенсивных технологий в земледелие стал проникать необратимый регресс почв?

Технологический способ мышления резко сузил наше представление о роли почв в жизни биосферы и человека. Стала учитываться лишь одна из их функций – способность обеспечивать людей пищей и снабжать промышленность определенными видами сырья. Практически только с этой позиции и рассчитывается потребная для человечества площадь почв, только эта функция и принимается во внимание, когда оцениваются состояние и судьба почвенного покрова. Между тем главная функция почв, по Вернадскому, – наращивание организованности биосферных систем, усложнение и упорядочение всего комплекса взаимодействий биосферных процессов [4]. Напомним, что организованность, как ее определял Вернадский, есть основное свойство биосферы.

Глобальные экологические, энергетические, сырьевые проблемы, проблема качества питания приводят к однозначному выводу: нужно всемерно увеличивать вклад современной, ныне существующей биосферы в производственную деятельность человечества. Этого можно добиться лишь единственным путем – наращиванием производительной силы почвенного и зеленого покровов, восстановлением и усилением их мощности, ускорением скорости круговорота веществ в биосфере.

В 60-е годы Н.В. Тимофеев-Ресовский сформулировал общий принцип стратегии взаимодействия человечества с биосферой. Он считал, что человечество должно научиться жить на «проценты с оборота» вещества и энергии в биосфере, не подрывая, а, наоборот, усиливая ее производительные силы. «Повышение производительности Земли, утверждал он, становится одной из основных задач человечества» [14]. Развитие современной индустрии привело к катастрофическому сокращению почвенного и зеленого покровов. Но «как раз современная техника и уровень современной промышленности, отмечал Тимофеев-Ресовский, теоретически позволяют нам проделать обратную работу, то есть повышать всемерно на всех пригодных для этого площадях земной поверхности и в водоемах, особенно пресноводных, плотность зеленого покрова. Эта плотность зеленого покрова повысит процент поглощенной растениями энергии, причем повысить его, как показывают расчеты, можно минимум в полтора, может быть, даже в два раза, и тем самым удастся повысить биологическую производительность Земли» [13].

Несмотря на то, что эффективность фотосинтеза очень низка (не более 1–4%), ежегодное количество энергии, получаемой из биомассы, эквивалентно количеству энергии, образующейся при сжигании 40 млрд. т нефти. «В целом биомасса дает одну седьмую часть мирового объема топлива, а по количеству полученной энергии занимает, наряду с природным газом, третье место. В отношении других источников можно сказать, что из биомассы получают в два раза меньше энергии, чем из нефти, на 1/3 меньше, чем из каменного угля, и в 4 раза больше, чем дает ядерная энергетика» [7]. Примем во внимание, что ежегодный объем биомассы, выращенной на обрабатываемых землях, составляет менее 8% общего ежегодного производства. До сих пор биомасса главным образом в форме древесного топлива, пожнивных остатков и навоза остается основным источником топлива приблизительно для 2 млрд. человек, или почти половины населения земного шара. Для большинства жителей сельских районов в странах «третьего мира» она представляет собой единственно доступный источник энергии. По некоторым подсчетам, биомасса дает более 40% топлива, сжигаемого в развивающихся странах, а в некоторых из них – Эфиопии, Непале и Танзании – за счет биомассы удовлетворяется 90% потребностей в топливе [7].

Конкретизируя общий принцип взаимодействия человечества с биосферой, Н.В. Тимофеев-Ресовский совместно с одним из авторов данной статьи высказал и обосновал идею перевода сельского хозяйства с монокультурной на биоценологическую, поливидовую основу [15].

С биосферно-биогеоценологической позиции нынешнее сельское хозяйство в его растениеводческой части резко противоречит естественным процессам био-

сферы. Противоречие маскировалось имевшимися большими природными, в особенности биологическими, ресурсами на нашей планете — ее лесными, рыбными, луговыми и другими богатствами. Ныне, когда деятельность человека стала глобальной, биологические ресурсы во многом растрочены — загрязнены водоемы, затоплены долины рек, сведены леса, эродированы почвы, запылена атмосфера, что снижает фотосинтез, и т.д.

Биосфера и биогеоценозы уже не в состоянии своими процессами и ресурсами сглаживать противоречия между характером и направлениями природных и антропогенных взаимодействий. Обострение этих противоречий свидетельствуют непрерывно растущие затраты на поддержание нужного для человечества объема сельскохозяйственной продукции и необычайно низкий КПД этих затрат.

В нынешних условиях у нас остается лишь одна возможность: обратиться за помощью к естественным механизмам восстановления почвенного и зеленого покровов и увеличения разнообразия и плотности живого населения планеты. В этом и состоит основной смысл идеи перевода сельскохозяйствования на биогеоэкологическую основу.

Много ли мы знаем об этих механизмах? Во всяком случае, немало. Это прежде всего законы жизни и развития почв, биогеоценозов и биосферы, открытые В.В. Докучаевым, В.Н. Сукачевым, Б.Б. Полыновым, В.И. Вернадским, Н.И. Вавиловым и многими другими выдающимися исследователями. Это и эмпирические обобщения, накопленные многовековым опытом земледелия и учитывающие взаимосвязь природных, хозяйственных, культурных и демографических процессов. Все это богатство знания и опыта было отодвинуто в сторону, когда возобладал курс на «индустриализацию» сельского хозяйства.

Всего несколько десятилетий длился триумф технологического земледелия.

А сейчас под воздействием глобальной необходимости охраны почв и улучшения качества биопродукции нарастает устойчивая тенденция перехода к биологической (или экологической, биодинамической, биоорганической) системе земледелия. Начинается внимательное изучение достоинств так называемых традиционных систем земледелия [5; 6; 9; 17].

В материалах I Всесоюзной конференции, посвященной экологии и сельскому хозяйству, отмечается следующее. «В США завоевывает популярность так называемое восстановительное земледелие. Суть его в минимальной и нулевой обработке почвы, отказе от минеральных удобрений и гербицидов, активной борьбе с эрозией, в широком возделывании бобовых растений, сидератов. Ежегодно консервируется (выводится из оборота на 5–7 лет) от 15 до 17 млн. га пашни. Число членов Ассоциации восстановительного земледелия увеличилось с 3 тыс. в 1982 г. до 60 тыс. в 1985 г. и продолжает расти» [17].

Число ферм экологически чистого сельского хозяйства в Швейцарии за 70-е годы возросло в шесть раз и достигло 1,5 тыс., в ФРГ с 1981 по 1986 г. увеличилось в 2,2 раза и к 1988 г. насчитывалось уже около 2 тыс. таких ферм. «По оценкам американских исследователей, 44 % фермеров и управляющих фермами США считают, что им следует приступить к использованию таких технологий в своих хозяйствах, которые рассчитаны на естественное повышение плодородия почвы, а не на постоянное его искусственное возрастание за счет использования химических препаратов» [17].

Целый ряд экономических и социальных факторов пока еще сдерживает переход к экологически чистым системам земледелия. В известном смысле можно сказать, что, проделав в нашем веке «вираж» технологического развития, сельское хозяйство возвращается к своим природным предпосылкам.

Любое производство, писал К. Маркс, предполагает взаимодействие двух родов слагаемых — производительных сил общества и «производительных сил природы» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 26. Ч. III. — С. 472). При одностороннем

технологическом развитии быстро растут производительные силы общества, тогда как «природа становится лишь предметом для потребления, лишь полезной вещью; ее перестают признавать самодовлеющей силой, а теоретическое познание ее собственных законов само выступает как хитрость, имеющая целью подчинить природу человеческим потребностям, будь то в качестве предмета потребления или в качестве средства производства» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 46. Ч. I. – С. 387).

Нет ничего удивительного в том, что при господстве технологического способа мышления понятия «земля», «территория», «почва» используют как синонимы. Но ведь «земля вообще» – это и продуктивная почва, и грунт, на котором она покоится, и горные породы, и, наконец, убитый эрозией и химикатами гумус. Такое обезличивание почв – обратная сторона технологического и промышленного прогресса. Осваивая территорию, промышленность обращается с почвой как с безжизненным грунтом. Да и в случае интенсивных технологий в земледелии почва по преимуществу рассматривается как конгломерат разнородных минералов, подвергаемый механической или химической обработке, а растения – как миниатюрные фабрики, способные поглощать из этого конгломерата определенные вещества и синтезировать из них или с помощью их потребные для человека органические соединения. Здесь исчезает представление о почве как особом природном теле, обладающем уникальным свойством биопродуктивности.

Наука, говорил К. Маркс, является «эластичной потенцией» крупной промышленности и тут же подчеркивал, что промышленность развивается за счет «сознательного *технологического применения науки*» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 23. – С. 513. Курсив наш – А.Т., В.Ф.). Пройдя опыт научно-технической революции и особенно учитывая, что технологическое применение науки способно превратить локальные экологические несоответствия в глобальную проблему выживания биосферы и человечества, мы вынуждены провести грань, разделительную линию между научной и технической мыслью, между собственно научным и технологическим способами мышления.

В 1917 г., вплотную приступив к созданию учения о биосфере, В.И. Вернадский сформулировал очень важное эмпирическое обобщение о сосуществовании в науке двух научных картин мира, двух научных мировоззрений [3]. Первая – физическая – картина мира практически игнорирует явления жизни или дает им физико-химическую интерпретацию. Именно на эту картину мира и опирается *технологический способ мышления*. Вот почему этот способ мышления не принимает в расчет судьбу живого вещества планеты, ее почвенного и зеленого покровов. Нельзя не учитывать этот источник «бульдозерного мышления», обращающегося с почвой как с безжизненным грунтом.

В противовес физической вторая, *биосферная, картина мира рассматривает живое вещество как мощную геологическую силу* (по выражению Вернадского), создающую особые природные тела – биосферу, почвы, биогеоценозы, существующие и развивающиеся по своим собственным внутренним законам. Глобальные экологические проблемы свидетельствуют о том, что вся наша *практика взаимодействия с биосферой должна строиться не на технологическом, а на биосферном типе мышления*. Разработка всего комплекса наук о биосфере становится самой срочной, первоочередной задачей.

Нужно, следовательно, иметь в виду, что за противостоянием технологизированной экономики и естественных законов жизни биосферы скрывается противостояние двух научных картин мира, двух альтернативных, как модно сейчас говорить, концепций земледелия: концепции *технологического* применения науки к земледелию, основывающейся на физической картине мира, и *научной биосферно-биогеоценотической* концепции Докучаева – Вернадского – Сукачева – Вавилова.

В нашем веке, поддержанная промышленностью, победила технологическая концепция. Хотя для ее становления и были подключены новейшие достижения науки и техники, все же развитие земледелия по этому пути нельзя считать вполне научным. Ведь истинная наука не может допустить, чтобы результатом ее применения стали экологические действия, угрожающие гибелью почв и всего живого на планете, в том числе, разумеется, и человека. Эти проблемы однозначно показывают, что деятельность человечества вошла в противоречие с законами природы и, значит, в противоречие с целями научного познания.

К сожалению, мы часто пасуем перед «технократами», не будучи вполне осведомленными, насколько далеко продвинуто создание биосферной картины мира, наук о биосфере. Предлагая *научную концепцию земледелия*, нужно вновь обратиться и по-новому осмыслить открытые В.В. Докучаевым законы жизни и развития почв. Главное в них – целостный, синтетический подход к природе. Должно, утверждал Докучаев, охватить и увидеть «*всю единую, цельную и нераздельную природу, а не отдельные ее части*», необходимо познать «*теснейшее взаимодействие и полное содружество мира органического и мира неорганического*» [2].

Докучаев открыл *новый тип законов, которым, к сожалению, не уделяется того внимания, которого они заслуживают*, – *законы постоянства соотношений факторов почвообразования*, а также особенностей строения, структуры и свойств почв. Несоблюдение этих законов и стало причиной деградации почвы. Пересыщая ее химикатами, убивая ее живое вещество, истощая запасы гумуса и органики, мы нарушаем «*закон постоянства количественных и качественных отношений между всеми наиболее существенными составными частями почв*».

Непродуманная или небрежно выполненная водная мелиорация, глубокая пахота с оборотом пласта приходят в противоречие с открытым Докучаевым «*законом постоянства соотношений между почвой и ее подпочвой*». Засоление и эрозия почв свидетельствуют о нарушении «*закона постоянства соотношений между физикой и химией почв, особенно их строением и структурой*».

В естественных условиях почва мозаична, и Докучаев подчеркнул это в «*законое постоянства соотношений между формами поверхности почв (низины, степные равнины, мягкие склоны, бугры, горы и пр.) и характером местных почв*. И этот закон повсеместно нарушается ради удобства и «*экономичности*» унифицированной обработки почвы. Аналогичным образом обстоит дело и с другими законами, открытыми великим ученым.

Почвозащитная система обработки земли Мальцева – Моргуна стала в нашей стране поворотом к научной системе земледелия, построенной на биосферно – биогеоценотических принципах сельскохозяйствования [11]. Упомянутые выше биологические системы земледелия, разрабатываемые в развитых странах, активно вводят в практику целый ряд важнейших элементов биосферно-биогеоценотического земледелия. Вместе с тем важно осознать, что необходимо использовать не только отдельно взятые элементы, но и всю взаимосвязанную систему принципов докучаевского почвоведения. В наше время особое внимание следует уделить ряду важнейших принципов биосферно-биогеоценотической системы земледелия.

Прежде всего речь идет о ландшафтном принципе земледелия. Почва – зеркало ландшафта, утверждал Докучаев. Необходимо, подчеркивал он, вести сельское хозяйство с учетом оптимального соотношения основных элементов ландшафта – леса, луга, зеркал вод и пашни. Экологическая целесообразность этого принципа хорошо доказана опытом. К сожалению, ныне практически утрачена ландшафтно-историческая основа земледелия. Повсеместно происходят оскудение и стандартизация природы сельской местности. Это одна из самых тревожных тенденций, ослабляющая восстановительные процессы в природе и сужающая возможность лабильного и эффективного использования разнообразных даров лесных и луговых угодий. Селу нужна известная пестрота природных условий. Вместе с утратой разнообразия

естественной флоры и фауны обедняется взаимосвязь человека с природой, и это неизбежно сказывается на материальной и духовной культуре.

Второй важнейший принцип, разработанный Докучаевым, — использование преимуществ залежной системы земледелия, которая наиболее эффективно включает в действие естественные механизмы восстановления биопродуктивности почв. Практика показала нерентабельность использования эродированной пашни: на среднеэродированных почвах урожайность основных сельскохозяйственных культур снижается на 20–50%, а на сильноэродированных — на 50–80%. Для нашей страны это превратилось в очень серьезную проблему, так как сильноэродированные почвы занимают до трети пашни. Опустынивание и эрозия с огромной скоростью «съедают» почвенный покров. Почвы теряют свою нормальную зернистую структуру, которую Докучаев считал главным условием их высокой биопродуктивности. Он был убежден, что выполнить это условие можно, сочетая севооборот с залежным земледелием [16]. Сейчас «отпуск в залежь» практикуется лишь как вынужденная и крайняя мера по лечению эродированных и истощенных почв. Между тем этот прием должен войти в практику совершенно необходимым и общим правилом.

Следующий важнейший принцип — поддержание оптимального соотношения растениеводства и животноводства. В свое время замечательный русский ученый А.В. Советов, первый создавший обобщающий труд по истории развития систем земледелия, подчеркивал, что прогресс земледелия определяется тем, насколько полно выполняется оптимум между этими двумя главными отраслями сельского хозяйства. Навоз — ценнейшее удобрение, а при многих современных технологиях в животноводческих комплексах он превращается в опаснейший загрязнитель окружающей среды. Приходится изобретать специальные установки, чтобы вернуть ему качество удобрения.

По расчетам нужно, как минимум, вносить 10 т навоза на 1 га в год. На сегодня от имеющегося скота накапливается ежегодно примерно 50 млн. т навоза. Это не более 1–1,5 т на гектар пашни. Реально же в нее попадает в два раза меньше [12]. Животноводство «привязали» к пашне и поставили в зависимость от фуражного зерна. Еще не так давно пастбищные травы составляли у жвачных 25% рационов, а теперь всего лишь 17%. Снижение доли зеленого пастбищного корма и сена в рационах крупного рогатого скота усилило белковый дефицит, чтобы его уменьшить приходится расширять площади пашни. Этот замкнутый на себя круг причинно-следственных зависимостей, вызванный нарушением естественного соотношения растениеводства и животноводства, ухудшает состояние почвенного фонда страны.

Пашня потеснила луг. И это оказалось серьезным просчетом. Окультуренные пойменные луга и пастбища дают по 50–60 корм. ед. с 1 га, тогда как урожайность кормовых культур, возделываемых на мелиорированной пашне, — в два-три раза меньше, а себестоимость — в два-три раза выше. По самой скромной оценке, продуктивность пойменных лугов и пастбищ в 1,4 раза выше средней по сельскохозяйственным угодьям [17]. В сравнении с США, мы на условную голову скота даем в 2,5 раза меньше сена и в четыре раза меньше пастбищных трав. Нам необходимо возродить долголетние культурные сенокосы и пастбища. Лишь однажды сделав в них капитальные вложения, можно получать хорошую отдачу 20–30 лет. Такая мера резко сократит трудоемкость и затраты на кормопроизводство, можно будет уменьшить посевы кормовых культур [8].

Еще одно важнейшее направление развития земледелия — обеспечение максимальной интенсивности круговорота веществ в почве. Наиболее полно этот принцип разработан в биогеохимии В.И. Вернадского и биогеоценологии В.Н. Сукачева. Уже сейчас предпринимаются усилия в реализации одного решающего принципа: постепенно совершается переход к выращиванию на полях поликультур, изучаются возможности искусственного обогащения почвы микрофлорой, активнее используются сидераты, расширяется создание методов биологической защиты рас-

тений. Создание сети мелких предприятий на местах перерабатывающих продукцию сельского хозяйства позволит шире включить отходы от переработки в удобрение полей.

Названные и другие принципы биосферно-биогеоценологического земледелия, взятые в совокупности, помогают оптимизировать природные механизмы, способные повысить биопродуктивность почв, последовательно наращивая мощность и площадь почвенного и зеленого покровов планеты. В этом и состоит стратегия развития производительных сил биосферы — основного и в наше время самого уязвимого звена всей жизнедеятельности человечества.

В мире пока преобладает тенденция максимального расширения пашни, но уже приходит понимание того, что необходимо переориентировать земледелие в сторону максимального сокращения пашенных площадей. Занимая под них землю, на которой могли бы произрастать высокопродуктивные леса и луга, мы зачастую значительно проигрываем как в массе, так и в качестве биопродукции. Целесообразно используя биопродукцию, мы сможем сократить площадь пашни и поднять биопродуктивность почв.

До сих пор значительная масса биопродукции и остатков ее переработки сжигается или гнивает вместо того, чтобы активно включать ее в последующие циклы производства. Погоня за «валовым» показателем урожайности зерновых культур обернулась дефицитом белка, витаминов, минеральных солей и микроэлементов в нашей пище. Дефицита можно избежать, выращивая на полях поликультуру. Нужно активнее вести селекцию растений не только на повышение производительности труда в земледелии, но и на подбор сообществ растений в агроценозах. Большие перспективы здесь открывает изучение генофонда диких растений и введение в сельскохозяйственный оборот новых культур. Совершенствуя химическую технологию экстракции веществ из биомассы сельскохозяйственной, лесной, луговой и дикорастущей растительности, можно получить необходимое разнообразие веществ в достаточном количестве и удобной для использования форме.

Всеобщая унификация растениеводства ведет к обеднению разнообразия национально-исторических типов питания человека. Традиционные рационы питания, конечно, будут меняться, однако нужно, чтобы это происходило осторожно, медленно и в разумных пределах, с учетом этнических процессов и продовольственных проблем конкретных групп населения — национальных, возрастных, городских и сельских и т.д., а также с учетом медико-генетических и социально-генетических особенностей. В таком подходе заключен принципиально новый и вместе с тем важнейший аспект Продовольственной программы, теснейшим образом связанный с охраной многообразия типов почв, которые в значительной мере определяли формирование этнического разнообразия населения мира.

Научно-технический прогресс, снабдив человека мощными и разнообразными средствами производства, породил у него суетливую торопливость. Он уже не желает ждать милостей от природы, но готов их отобрать у нее силой. На этой установке успело вырасти несколько поколений со стойким потребительским отношением к природе и познанию ее. Чтобы развиваться дальше, люди должны сменить устаревшую, опорочившую себя установку, вредный стереотип отношения к природе на прямо противоположный: нужно так использовать созданную мощную научно-техническую базу, чтобы максимально развить производительную силу почв. Почвы, повторим, — супербаза человечества.

Издавна наша страна славилась богатством почв. Они сделали ее мировой державой. В них — ее национальное богатство, ее история и ее будущее, истоки и продолжение ее культуры. Бережение почв — бережение народа. Всем нам нужно помнить, что концепция земледелия третьего тысячелетия начертана отечественной научной мыслью и просторы нашей страны создают благоприятные условия для ее реализации.

Литература

1. Докучаев В.В. К вопросу о соотношениях между живой и мертвой природой // Докучаев В.В. Соч. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. Т. 8. – С. 55–57.
2. Докучаев В.В. Избр. соч. – М.: Сельхозгиз, 1949. Т. 3.
3. Вернадский В.И. Живое вещество. – М.: Наука, 1978.
4. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. – М.: Наука, 1987.
5. Воробьев С.А., Четверня А.М. Биологическое земледелие // Агрономич. основы специализации севооборотов. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 22–29.
6. Кант Г. Биологическое растениеводство: возможности биологических агро-систем. – М.: Агропромиздат, 1988.
7. Кариока Ж.О.Б., Паннир Сальван П.В., Арора А.Л., Да Сильва Э.Х. // Импакт. – 1988. №4. – С. 6–17.
8. Косынкин А.П. Правда. 23 августа 1989.
9. Кроссон П.Р., Розенберг Н.Дж. В мире науки. 1989. №9. – С. 66–75.
10. Кылли Р.К. Биохимический круговорот веществ в биосфере. – М.: Наука, 1987. – С. 80–87.
11. Моргун Ф.Т., Шикула Н.К. Почвозащитное бесплужное земледелие. – М.: Колос, 1984.
12. Новиков Ю.Ф. Энергия (экономика, техника, экология). 1989. №12. – С. 7–13.
13. Тимофеев-Ресовский Н.В. Биосфера и человечество // Научн. тр. Обнинского отдела ГО СССР. Сб. первый. – Обнинск. 1968. – С. 7–12.
14. Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. – М.: Наука, 1969.
15. Тюрюканов А.Н. Научн. докл. высшей школы // Биологические науки. 1970. №4. – С. 46–52.
16. Тюрюканов А.Н., Федоров В.М. Вест. с.-х. науки. 1988. №6. – С. 20–32.
17. Экология и сельское хозяйство. Материалы I Всесоюзной конференции. – М. 1989.

ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВОВАНИИ¹

Концепция экологически чистого сельского хозяйства предполагает два аспекта мышления:

1. Ностальгические воспоминания о былой чистоте биопродукции дохимической, доатомной, допестицидной эпохах.

2. Активное научно обоснованное мышление об экологически чистом сельском хозяйстве в наше и обозримо будущее время и разработку соответствующих мер взаимодействия человека в среде его обитания.

Биологический вид *Homo Sapiens* так нарушил спокойное течение круговоротных, динамически равновесных процессов в природе, что сам стал жертвой обратной реакции природы (эффект бумеранга), включая атаку 5 млн. видов ее обитателей. Исходя из концепции В.И. Вернадского о биосфере и биогеохимии ландшафтно-геохимической концепции Б.Б. Польшова и радиационно-биогеоэкологической концепции Н.В. Тимофеева-Ресовского, ученые пришли к выводу, что изучение характера круговорота химических элементов, ее векторов и темпов, характер трансформации химических форм и соединений составляет суть настоящей теории создания экологически чистого сельского хозяйства.

К сожалению, методические подходы и ограничения резко сужают возможности решения этой важной методологической проблемы.

В лучшем случае ученые используют метод баланса химических элементов в био(агро)ценозе. Не принося значение этого метода, его следует рассматривать как статический (крематорный) метод анализа динамических процессов. На сегодня только метод «меченых атомов» при его корректном применении в моделях можно рассматривать, как единственный метод, позволяющий оценить скорость круговорота элементов в экосистемах.

Эти работы впервые были поставлены в конце 50-х годов в лаборатории Н.В. Тимофеева-Ресовского и были опубликованы в разных изданиях. В многочисленных экспериментах и на разнообразных моделях и типах почв учениками и сотрудниками Н.В. Тимофеева-Ресовского были установлены качественные и количественные характеристики сорбционной способности почв по отношению к разным элементам (радиоизотопам), коэффициенты накопления их различными растениями и микроорганизмами, впервые оценены скорости круговоротов, разных химических элементов на пшенице.

Эти исследования дали неожиданные результаты, показывающие, что скорости обмена (полной смены) того или иного химического элемента в организме совершается в течение короткого (1–15 сут.) времени. Эти результаты были доло-

¹ Статья опубликована в сборнике научных трудов «Проблемы охраны почв. – М.: ВНИИПрирода, 1990. – С. 3–5@.

жены на Международном симпозиуме по корневым системам в 1968 г., проходившем в СССР. По ряду независимых от авторов причин² эти исследования не были продолжены, но их научно-методическая важность неоспорима.

В наши дни, когда химическая атака на почвы достигла своего печального апогея, особенно в связи с событиями в Чернобыле, когда качеству биопродукции отдается предпочтение перед его количеством, мы считаем, что развертывание работ по оценке характера и скоростей биохимического круговорота веществ должно иметь приоритетное направление. На анализе таких моделей и экспериментов, а также на изучении судьбы химических элементов в ландшафтах мы сможем создать методы борьбы с антропогенным загрязнением биосферы и стройную концепцию современной истории, включающую в себя анализ химических форм и концентраций исходных загрязняющих веществ, трансформации их неорганических и биоорганических форм и скоростей миграции, зон рассеивания и очагов вторичного накопления в ландшафте.

Это приведет нас к научному прогнозу современной геохимической судьбы элементов. Как следствие этого, будут сформулированы научные основы управления и дезактивации территорий и почв.

В этом мы видим один из путей создания и ведения экологически чистого сельского хозяйства и природопользования, наряду с фитопатологическими и другими его аспектами. На этом же пути возможно воссоздание старой системы нормирования и регламентации при разработке мер по охране природы.

² В дальнейшем эти работы были все-таки продолжены: см. статьи «Об изучении скорости биогенного круговорота химических элементов в биогеоценозах» и «Количественная оценка выделения химических элементов растениями в процессе жизнедеятельности» (примеч. составителей).

ПРОГРАММА РАЗРАБОТКИ БИОСФЕРНОЙ КОНЦЕПЦИИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ¹

I. Актуальность проблемы

Глобальные экологические проблемы в качестве первоочередной поставили задачу разработки программ систематического исследования и практического решения данных проблем. Подобные программы (обозначаемые как экологические или программы охраны природы) создаются как на международном, так и на региональном (континентальном, государственном, муниципальном) уровнях. Главная особенность экологических программ заключается в сдерживании и нейтрализации агрессивного технологического воздействия на биосферу. Безусловно, такие программы целесообразны и необходимы, однако основной их недостаток заключается в том, что они по-прежнему ориентируются на исключительно потребительское отношение к природным ресурсам биосферы, а именно такое отношение и лежит в основе появления и, более того, резкого обострения экологических проблем.

На пороге третьего тысячелетия человечество оказалось перед необходимостью смены своей стратегии взаимодействия с биосферой. Главным условием дальнейшего развития человечества становится максимальное развитие производительных сил биосферы, ее потенциальных возможностей. Именно на решение этой задачи должен быть направлен весь накопленный научно-технический и индустриальный потенциал человечества. Только таким образом может быть устранено предельно обострившееся противоречие между природным естественноисторическим способом функционирования биосферы и технологическим вектором развития общественного производства.

Не только охрана, но оптимизация производительных сил биосферы составляет основную черту *биосферной концепции природопользования*, наиболее фундаментально разрабатывающейся уже более столетия в том направлении развития естественнонаучной мысли, начало которому положил В.В. Докучаев.

II. Основные положения биосферной концепции природопользования

1. Биосфера и ее системы (ландшафтно-геохимические системы, биогеоценозы, почвы) представляют собой особые природные образования, формирую-

¹ Статья опубликована в соавтстве с В.М. Федоровым и А.Е. Андреевой в сборнике «Теоретические основы охраны почв. – М.: ВНИИприрода, 1992. – С. 3–11».

Таблица 1

Биосферная концепция природопользования

<i>Исторические этапы освоения ресурсов биосферы</i>	<i>Структурные подразделения биосферы</i>	<i>Типы круговорота вещества и энергии в биосфере</i>	<i>Геохимические состояния вещества</i>
Смена систем земледелия, история землеустроительного дела, лесопарковая культура, организация заповедников	Витасферно-континентальный, ландшафтно-исторический и биогеоценотический принципы природопользования	Оптимизация биологического, биогенного и биогеоценотического круговоротов в биосфере как условие интенсификации природопользования	Интенсификация природопользования путем стабилизации и регуляции геохимических состояний вещества в биосфере и геохимических барьеров
<p>Естественноисторические факторы формирования почвенного и зеленого покровов планеты: освобождение территорий от ледника, формирование речной сети, вековые колебания климата, аридизация Русской равнины.</p> <p>Антропогенные факторы, воздействующие на почвенный и зеленый покров планеты: подсечно-огневое земледелие, распашка степей, мелиорация почв, механическое уплотнение почв, химическое и радиоактивное загрязнение почв</p>	<p>Ландшафтный принцип районирования промышленности и сельского хозяйства, перевод сельского хозяйства на биогеоценотическую основу: бесплужное земледелие, поликультуры, биологическая система защиты растений, биогеоценотические принципы рекультивации эродированных почв, сочетание севооборотов с принципом залежной системы земледелия, сокращение площади пашни и развитие лугового хозяйства, восстановление окультуренных массивов леса</p>	<p>Повышение коэффициента фотосинтеза растений, повышение плотности живого населения почвы, многоярусные поликультуры, многоукосные посевы, биостимуляторы, селекция и подбор продуцентов, консументов и редуцентов, образующих единую трофическую цепь, окультуривание новых видов дикорастущих растений, использование сапротелей</p>	<p>Накопление гумуса в почве, поддержание коллоидального состояния вещества в почвах, регуляция содержания микроэлементов в почвах, борьба с радиоактивным загрязнением почв, активизация ферментативных комплексов в почве</p>

щиеся в результате исторически длительного (в геологическом масштабе времени) взаимодействия живого вещества с неживым.

2. Биогеохимический круговорот вещества и энергии есть способ существования биосферных систем.

3. Время есть фактор формирования биосферных систем.

4. Биосферные системы представляют собой то или иное проявление единства семи состояний вещества: живого, косного, биогенного, космического, радиоактивного, рассеянного и биокосного.

5. Биогеоценозы являются элементарной биохорологической структурной единицей биосферы.

6. Почва представляет собой управляющую систему биогеоценоза.

7. Существование биосферы возможно при условии сохранения ее организованности и ее определенным образом организованной взаимосвязи с микромиром и Космосом (организованность биосферы выражается в открытых В.В. Докучаевым законах постоянства соотношений факторов формирования биосферных систем и биогеохимических принципах В.И. Вернадского).

Эти положения были разработаны в новом, биосферном классе фундаментальных наук, в состав которого вошли учение о почве и зонах природы В.В. Докучаева, биогеохимия В.И. Вернадского, биогеоценология В.Н. Сукачева, геохимия ландшафтов Б.Б. Полынова, радиационная биогеоценология Н.В. Тимофеева-Ресовского и другие науки.

III. Степень реализации биосферной концепции природопользования

Учение о почве В.В. Докучаева, в котором уже были сформулированы основные принципы биосферной концепции природопользования, было инициировано кризисом почвенного хозяйства страны, разразившимся в конце XIX в. По существу докучаевское почвоведение – это разработка научных основ охраны и повышения продуктивности почв. Неудивительно поэтому, что В.В. Докучаев, создавая науку о почве, одновременно разработал стройную и эффективную систему охраны и повышения продуктивности почв страны.

Точно так же создание учения о лесе Г.Ф. Морозовым было вызвано кризисом в лесном хозяйстве страны. Учение о лесе стало научной основой ведения лесного хозяйства.

К сожалению, программа охраны почв, разработанная В.В. Докучаевым, не была реализована. Между тем, она носила общеэкономический характер и строилась на основе принципа взаимосогласованного развития производительных сил общества и производительных сил биосферы. По самой своей сути эта программа исключала возможность появления экологических проблем, которые оказались в настоящее время и проблемами экономического развития.

В XX в. развитие общественного производства приобрело сугубо технологический характер за счет ускоренного потребления природных ресурсов биосферы как в сфере промышленного, так и сельскохозяйственного производства. Биосферные принципы природопользования были полностью проигнорированы. Лишь под давлением экологических проблем, переросших в глобальную проблему выживания биосферы и человечества, внимание исследователей обратилось к биосферным принципам природопользования. Не случайно поэтому в настоящее время в экологические программы стали входить (но, к сожалению, лишь отдельными фрагментами) докучаевские принципы природопользования (так называемое экологическое, или биологическое земледелие).

Сейчас основной задачей является последовательное введение в практику всей системы взаимосвязанных принципов биосферного природопользования с учетом резко возросшей и неизмеримо разнообразной техногенной нагрузки на биосферу, а также несовместимости ныне господствующей технологии с биосферным круговоротом вещества и энергии. Свои взаимоотношения с биосферой человечество должно строить на основе биогеохимических принципов В.И. Вернадского, которые позволяют соразмерить деятельность человечества с организованностью биосферы, с временными и пространственными характеристиками функционирования биосферных систем. Важнейший принцип биосферного природопользования, сформулированный Н.В. Тимофеевым-Ресовским, заключается в том, что человечество должно научиться жить на проценты с биосферного круговорота вещества и энергии, не нарушая, а, наоборот, всемерно наращивая организованность биосферы. Реализуя данный принцип в практическом отношении, Н.В. Тимофеев-Ресовский и А.Н. Тюрюканов выдвинули идею перевода сельского хозяйства на биогеоценологическую основу.

IV. Основные направления разработки биосферной концепции природопользования

1. Изучение истории разработки биосферной концепции природопользования. Биосферная концепция природопользования явилась обобщающим итогом всего предшествующего опыта, накопленного человечеством в ходе освоения почвенного, лесного и водного богатства биосферы, ее растительных ресурсов, одомашнивания животных. История развития систем земледелия, лесного и лесопаркового хозяйства, а также водного хозяйства есть взаимосвязанные звенья истории развития производительных сил общества. Как писал В.В. Докучаев, история человечества «вековечно, генетически и всегда закономерно» определялась его взаимосвязями и взаимоотношениями с биосферой.

Вплоть до XIX в. человечество имело дело исключительно с витасферой — областью активного биогенеза на планете. Законы жизни биосферы определяли характер и масштаб взаимодействия с биосферой. Однако в XIX в. начинается переориентация всей хозяйственной деятельности на использование полезных ископаемых — прямо или косвенно, в большей или меньшей степени являющихся продуктами «былых биосфер», т.е. деятельности биосферы в далекие геологические эпохи. С этой переориентацией во взаимодействии с биосферой связана промышленная революция XIX в. и так называемая научно-техническая революция XX в. К концу XX в. жестко выявились два обстоятельства. Во-первых, оказалось, что человечество подошло к границе исчерпания ныне используемых полезных ископаемых (главным образом горючих), относящихся к разряду невозобновимых ресурсов планеты. Во-вторых, индустриально-технологическое развитие нанесло огромный урон витасфере, прежде всего генофонду живого вещества (как в качественном, так и в количественном отношении). Резко сократился и пришел в состояние эрозии почвенный покров планеты — главная природная производительная сила биосферы. Развитие человечества в XX в. оказалось сопряжено с нарушением и упрощением сложной организованности витасферы, формировавшейся многие миллионы лет. Современная, а именно биосферная, концепция природопользования должна учитывать, что, выйдя на индустриально-технологический путь развития, человечество нарушило организованность биосферы в целом. Оно нарушило организованное соотношение витасферы с биосферой, с одной стороны, и организованность биосферы с микромиром и космосом, с другой. Экологические кризисы всегда сопровождали историю человечества, иногда они охватывали значительные регионы планеты. Однако в настоя-

щее время мы наблюдаем кризис производительных сил биосферы в общепланетарном масштабе.

2. Принцип структурной организованности биосферы в природопользовании. Исследования в этой области позволяют выделить следующие основные уровни (подразделения) биосферы:

- витасфера как область активного биогенеза на планете;
- биогеоценоз как элементарная биохорологическая единица биосферы;
- почва как управляющая система биосферных процессов;
- ландшафтно-геохимические системы как совокупности биогеоценозов, объединяемых общим потоком вещества, границы которого заданы стоком воды, рельефом местности и климатом;
- «былые биосферы», во многом определяющие состав материнских пород, на которых разворачивается почвообразовательный процесс, а также участвующие в формировании климата на планете и ее общей энергетике;
- собственно биосфера, включающая в себя как витасферу, так и «былые биосферы», взаимосвязанные общим биогеохимическим круговоротом вещества и энергии.

На проявление этих структурных подразделений биосферы оказывают влияние и зональность природы, и континентальное строение материковой суши, и наличие биогеографических зон, и целый ряд геофизических факторов. «Биосфера «мозаична», — говорил В.И. Вернадский.

Технология, строящаяся на физико-химических основах, в принципе не может учитывать мозаичность биосферы, она однотипно универсальна на всей поверхности планеты. Поэтому в агро- и промышленной индустрии с самого начала заложена тенденция разрушения сложной мозаичности и организованности биосферы, она не считается с живым веществом планеты и неизбежно ведет к упрощению и обеднению всей сложной системы взаимосвязей в биосфере. Разрушая биосферные системы, мы снижаем и их биопродуктивность, а повышение биопродуктивности агроценозов достигается за счет их подпитки антропогенной энергией.

Однако в настоящее время вклад антропогенной энергии становится несуразно велик, и уже никоим образом не оправдывает себя ни в экономическом смысле, ни в отношении того ущерба, который наносит биосфере.

Поэтому единственно правильным путем дальнейшего развития человечества является всемерное содействие естественным биосферным процессам производства биопродукции, а это означает, что природопользование должно основываться, в первую очередь, на принципе структурной организованности биосферы.

В настоящее время уже накоплен опыт организации и районирования промышленного производства с учетом ландшафтно-исторического развития территорий, имеется и опыт ландшафтной организации сельского хозяйства и лесного хозяйства.

В целом ряде международных экологических программ начинает разрабатываться витасферно-континентальный принцип природопользования. Наконец, можно отметить значительно возросший интерес к разработке биогеоценотических основ природопользования. Обобщение всех этих новых направлений исследования представляет собой одну из центральных задач разработки общей концепции природопользования.

3. Типы круговорота вещества и природопользование. Важнейшим направлением разработки принципов биосферного природопользования, практически не учитываемым, является исследование трех типов круговорота: биологического (протекающего в телесных границах живых организмов), биогенного (осуществляющегося во взаимодействии организмов с окружающей средой) и биогеохимического (в рамках биосферы, «на выходе» биогенных процессов «в геологию»). Как показал

Н.В. Тимофеев-Ресовский, в каждом круговороте содержится значительный резерв повышения производства биопродукции. Это единственно реальная альтернатива интенсивной технологии природопользования, неизбежно чреватой экологическими осложнениями.

Следует заметить, что целый ряд важнейших направлений биосферного природопользования был найден эмпирическим путем и стихийным образом реализовывался. Однако по мере расширения поставки продовольствия в город, специализации производства той или иной монокультуры, а затем быстрого внедрения интенсивных технологий земледелия ценнейшие элементы биосферного природопользования, открытые опытом наших предков, были преданы забвению. Не случайно поэтому в настоящее время исследователи, разрабатывая принципы биологического земледелия (альтернативного интенсивным технологиям земледелия), обратили свое внимание к традиционным системам земледелия в развивающихся странах, стремясь ввести в практику существующие в этих системах элементы биосферного земледелия (использование поликультур, залежное земледелие, многоуровневые посевы создание лесосадов и т.д.).

Уровень и материально-техническая база современной науки позволяют открыть новые пути биосферного природопользования, значительно увеличивая производство биопродукции. Это, во-первых, касается рационализации биологического круговорота вещества при питании растений и животных, увеличения коэффициента фотосинтеза растений, сбалансированности всех элементов пищевого рациона и т.д. Во-вторых, селекция, генная инженерия и биотехнология открывают возможность осуществлять подбор поликультур и живого населения в агроценозах, добываясь непрерывного и интенсивного круговорота биопродукции в агроценозах. Необходимо всемерно увеличивать плотность живого населения в агроценозах, увеличивая съем биопродукции, потребной человеку. Практически еще не используется интродукция новых видов дикорастущих растений в растениеводстве. Крайне не развиты методы экстракции вещества из биопродукции, в результате чего сельское хозяйство всегда ставится в условия чрезмерно узкой специализации по выращиванию культур.

В-третьих, важнейшим резервом интенсификации производства биопродукции является «перехват» органического вещества на пути его «выхода в геологию». Слабо изучены возможности использования сапропеля и торфа. Они прежде всего используются в целях питания растений, между тем практически не исследована их роль в формировании геохимических свойств почв.

4. Геохимическое состояние вещества и природопользование. Интенсивные технологии приучили рассматривать почву как физико-химическое тело, которое можно подвергать механическому и химическому воздействию, не учитывая сложной композиции различных геохимических функций почв. Наоборот, биосферное природопользование должно исходить из учения В.И. Вернадского о существовании различных геохимических состояний вещества (живое, косное, биокосное, биогенное, рассеянное, радиоактивное) и многообразия геохимических функций живого вещества (газовая, кислородно-углекислотная, азотная и углеводородная, сероводородная и сульфидная, окислительно-восстановительная, метановая и водная, функция накопления радионуклидов и т.д.). К сожалению, упускается роль почвенных растворов и коллоидов в регуляции всей жизни почв и их биопродуктивности, практически не изучен комплекс ферментативных процессов в почвах, не получили продолжения исследования по связыванию солнечной энергии алюмосиликатами и другими комплексными органическими соединениями почвы.

В целом можно сказать, что научно-техническая революция XX в. ознаменовалась блестящими достижениями в области изучения микромира и космоса и тягчайшими упущениями в изучении почв и биосферных процессов. Здесь, однако, содержится основной вектор развития науки в предстоящее время.

Часть 3.

«Размышления...»

ОПОЛЬЕ (О «КРАСОТЕ»)¹

Какое очаровательное это старославянское слово — «ополье»! Как только осознаешь его, прикоснешься к значению, сразу почему-то хочется петь чуть иначе то, что, может быть, пелось веками, — не «во поле», а «в ополье береза стояла, в ополье кудрявая стояла...», тем паче, что «я пойду в лес погуляю...»

На юго-западе Польши есть г. Ополе (ныне центр Опольского воеводства) — и возник он первоначально как небольшое укрепление на островке, образованном р. Одрой и ее протокой Млынувкой. А наш Юрьев-Польской (не польский) на Владимирщине с его рябинами, березами и, действительно, бескрайними полями, — что за край такой? Откуда пошло все это? И при чем здесь экологическая азбука, тем более что заглянешь в «Экологический энциклопедический словарь» (И. Дедю, 1989) или в «Природопользование» (Н. Реймерс, 1990) — и нет вроде такого понятия «ополье». Ан есть! Да еще какое большое — докторские диссертации ему посвящены, российские почвоведы ему кланяются. Сам Зубр — замечательный ученый Н.В. Тимофеев-Ресовский молился на ополье как на материнское сердце земли русской. Предоставим же слово одному из учеников и последователей его — Анатолию Никифоровичу Тюрюканову, который считает, что ополье и красота в русском языке почти синонимы.

Красота

Красота (К.) — эколого-этническое восприятие и отношение человека к природе — то, что доставляет эстетическое и явственное наслаждение. К. в естественных произведениях природы воспринимается в ландшафтном (целостном) облике. К. одушевляет наше взаимоотношение с природой. К. — это внутреннее и внешнее проявление естественной исторического процесса в природе, процесса очень длительного. К. и чистота Байкала — продукт многомиллионнолетнего его возраста. Время, подобно скульптору, отбирает все то, что ведет к гармонии в природе, которая проявляется в ее К. К. подобно научной мысли, явление планетарное.

Когда генетическая природа конкретного человека резонирует (ответно возбуждается, звучит) с гармонией природы, это приводит систему «человек и природа» в состояние К. К. не следует путать с красотью. За красотью не стоит существенное время — она эфемерна. В постоянном обновлении К. природы есть некая одухотворенность, подобно тому как она есть (и составляет суть) в душе благородного, высоконравственного человека: Ф.И. Тютчев писал: «Не то, что мните вы, природа: Не слепок, не бездушный лик. — В ней есть душа, в ней есть свобода, в ней есть любовь, в ней есть язык». Адекватность восприятия человеком

¹ Статья подготовлена к публикации Г.И. Флеровой и опубликована во Всероссийской экологической газете «Спасение», 1990.

природной К. с наибольшей полнотой представлена в классических произведениях науки, литературы и искусства. Известно, что классика, в отличие от неклассики проверена временем.

Этические, нравственные проявления Человеческой К. выражаются не столько в морфологии и пропорциях человека, сколько в его душевности и в поступках, наполненных доброжелательностью, милосердием, порядочностью, уважением к другому человеку и к природе. Именно в этом смысле следует поникать выражение Ф.М. Достоевского, что «красота спасет мир».

Формирование ландшафта ополей связано с таянием ледника эпохи предпоследнего и самого сильного днепровского оледенения. На великой древней равнине оформлялась сеть водных потоков и водоемов, палеореки врезались в коренные породы. Территория обсыхала за счет уменьшения увлажненности, так и вследствие неотектонических поднятий отдельных массивов. Поднятие территории сопровождалось опусканием уровня грунтовых вод, усилением дренажа. Отдельные участки пойм древних рек были размыты, другие сохранились как обширные «останцы» (острова, возвышенности). Этому способствовали как поднятия останцов, так и опускания соседних территорий, принявших на себя воды от таявшего ледника. Именно такими останцами — островами пойм древних рек — и являются современные ландшафты ополей. С юго-запада на северо-восток Русской равнины протянулось ожерелье «сухопутных» опольных островов.

В последнее тысячелетие ландшафты ополей стали объектом земледельческой культуры славян, которые осваивали земли ополей сначала потребительски пассивно, занимаясь охотой, бортничеством, рыболовством и частично земледелием, но затем перешли к активному потребительству, сводя леса, расширяя пашни, вводя севооборот — трехпольку и т.д. Облик ополей все более изменялся и, наконец, в XIX—XX вв. принял современный, почти безлесный вид. Сейчас ополья — это почти сплошь распаханые территории. Усиливается обсыхание, луговые угодья ухудшаются, почва теряет былое плодородие. Темноцветные почвы лугово-лесных ополей принимают все более серую окраску; гумуса становится все меньше. С дренированием верхнего горизонта грунтовых вод «капиллярный» подток влаги в почву из грунтовой воды прекратился. Почвы из гидрогенно-лугового типа почвообразования все более развиваются в сторону «атмосферного» (дернового и лесного) почвообразования. Естественный процесс обсыхания усиливается стихийной неразумной деятельностью человека, сводившего леса — регулятора влаги. Правда, средневековые и раннее капиталистическое развитие страны сопровождалось постройкой в сельских районах большого числа водяных мельниц, плотины которых заметно поднимали уровень воды в реках и приостанавливали разгрузку грунтовых вод. Когда же водяные малопроизводительные мельницы пришли в упадок, плотины развалились, воды рек были спущены, началась катастрофическая разгрузка грунтовых вод, все глубже приходилось рыть колодцы, все суше становилась местность; водоплавающая птица (утки, гуси) почти исчезала, речки стали мелководными, глубоко врезанными в породы. Все это немедленно аукнулось на всей (а не только на приречной) территории ополей. Начались эрозия почв и пород, рост оврагов, снижение урожайности...

Один из парадоксов земледелия состоит в том, что углубление пахотного слоя до 22–24 см, свершившееся с приходом на поля мощных тракторов, привело к усреднению верхнего самого плодородного слоя с менее гумусным и качественно менее плодородным слоем (в старину глубина вспашки составляла 10–15 см). Многократная обработка почвы «усреднила» столетиями складывавшимся биоаккумулятивный горизонт (0–10 см) с нижележащим, что в конечном итоге привело к снижению плодородия, при отсутствии серьезных агрохимических «лекарств» и ухудшению водного режима. Недавний рецидив с «изгнанием» клеверов и других трав с полей ополей — лишь один из печальных эпизодов в жизни этих ландшаф-

тов. Не прошла бесследно для многих ополей последняя война, покрывающая землю бесчисленными траншеями, блиндажами, воронками от бомб и снарядов. Реже стало население, устремившееся после войны в города. Усиление технической базы земледелия, вложение больших средств не дает ожидаемого крупного эффекта, ибо проблема поднятия уровня сельского хозяйства в опольях необычайно сложна, ее нельзя решить одними капиталовложениями. У ландшафта, как и у человека, есть своя «душа», познать которую можно лишь опираясь на знание истории ландшафта, темпов и векторов его эволюции. Плотины на речках, пруды и водоемы в оврагах и балках, лесополосы на полях, травопольные севообороты, семеноводство, система удобрения, развитие племенного животноводства — это лишь неполный перечень вопросов, требующих решения в проблеме хозяйствования в опольях. Через внедрение передовой системы земледелия лежит путь к подъему биопродуктивности ополей в 5–10 раз, а не на 5–10%.

Ополья Центральной России становятся сейчас местом паломничества туристов, желающих увидеть «откуда есть пошла земля Русская», поклониться народному гению, создавшему уникальные памятники Владимира, Суздаля, Юрьева-Польского и других городов. Памятники старины великолепны не только, да и не столько своей кладкой, материалом или пропорциями. Главное в них — это их способность фокусировать на себе душу ландшафта. Вспомните, как среди пойменных лугов устья Нерли стоит очаровательная церковь Покрова, которой очень идет сравнение с девушкой, гуляющей среди луговых цветов и смотрящейся в прозрачную воду. А вдаль, на высокой горе Владимира, стоит статный витязь в старинном шлеме — Дмитровский собор. И они видят друг друга, видят всю славную землю Владимирскую вот уже 800 лет. И соборы эти очень хотят сказать: «Люди, берегите нашу землю — мать Ополье».

ТРУДНАЯ СУДЬБА УЧЕНИЯ О БИОСФЕРЕ¹

В конце прошлого – начале нашего века под давлением огромного фактического материала, полученного естествоиспытателями, назревала острая необходимость в обобщении разнообразных сведений о природе и синтезе новой концепции Земли как планеты, ее структуре, составе и энергетике. В то время большая часть исследователей, в основном физики, все более удаляясь от общепланетарных проблем в старом смысле, уходили в область изучения проблем микромира. Результаты такого отхода общеизвестны – человечество вступило в атомную эру. Но в таких классических дисциплинах, как геология и отчасти биология, интенсивно продолжалось не только дальнейшее накопление данных о Земле, но и их обобщение. Одним из наиболее ярких достижений конца XIX в. следует считать формулировку В.В. Докучаевым учения о почве как об особом естественноисторическом теле – четвертом царстве природы, наряду с минералами, животными и растениями. Докучаевский метод исследования заключался в комплексном охвате разнокачественных природных объектов и явлений и выявлении интегрального объекта и процесса его развития. Этот подход явился ключом к синтетической концепции о биосфере Земли, создать которую суждено было ученику В.В. Докучаева Владимиру Ивановичу Вернадскому, поставившему докучаевский метод на строгую количественную основу и сформулировавшему метод эмпирического обобщения.

Монументальность личности В.И. Вернадского и фундаментальность его учения о биосфере – явление для наших дней многозначительное и многоплановое. Стали говорить о Вернадском как о создателе и выразителе «русского космизма». Это не совсем так, ибо работы самого Вернадского по истории науки показывают глубинные корни «русского космизма», восходящие к трудам и открытиям М.В. Ломоносова.

Думается, что главное открытие В. И. Вернадского состоит в обосновании им неоднородной структуры мироздания – существования во Вселенной трех реальностей, функционирующих с высокой степенью автономности, но все же связанных определенной пространственно-временной общностью. По Вернадскому, в мире существует три реальности: реальность Космоса, реальность микромира и биосферная реальность Земли, включающая человечество как составную часть. Соответственно, у науки есть четыре задачи: познать Космос, познать микромир, познать биосферу и познать человечество. Главной научной концепцией естествознания, позволяющей ученым правильно понимать законы, управляющие развитием окружающей нас природы, стала естественноисторическая концепция. Только познав, как развивалось то или иное природное явление или объект, каков их генезис, можно научно понять и объяснить современность и надежно составить научный прогноз будущего. Достаточно назвать две наиболее фундаментальные концепции в естествознании:

¹ Статья опубликована в сборнике «Прометей». 1988. №15. – С. 18–22».

- дарвинизм, центральное звено которого – учение о происхождении видов путем естественного отбора – основано на сравнительно-историческом анализе, преимущественно палеонтологическом;
- учение Докучаева и Вернадского о почвах, ландшафтах и биосфере, основанное на естественноисторическом анализе происхождения и развития этих сложных природных планетарных объектов.

Эти концепции являются настоящими жемчужинами современной науки. Они всеильны, непроверяемы и, что очень важно, постоянно развиваются. В этом смысле и космизм, и атомизм, и «биосферизм» – все эти подсистемы мироздания и науки о нем суть есть не что иное, как функции Времени, то есть они обладают свойством историзма.

Человечество всегда хотело заглянуть в будущее. В наши дни, когда, по выражению Вернадского, человечество стало мощным геологическим фактором в изменении лика Земли, его структуры, геохимии, энергетики, а также сложившейся ритмичности в эволюции природных систем, составление прогноза становится делом трудным. При быстротекущих событиях, связанных с разнообразными воздействиями людей на природу, ученые просто не имеют времени, чтобы воспользоваться методом эмпирического обобщения. В какой-то мере их выручают вероятностно-статистические методы. Но при этом и прогноз носит вероятностный характер. Естественноисторический метод как ретроспективный метод анализа и прогноза существенно дополняется методом моделирования как методом перспективно-вероятностного прогноза. Подчеркнем, что речь идет о взаимодополнительности этих двух методов – естественноисторического и моделирования в анализе и прогнозе эволюции биосферы в период ее трансформации в ноосферу. В наши дни ни эмпирическое обобщение, ни моделирование не могут быть самостоятельными, изолированными методами почвоведения, биогеоценологии, ландшафтоведения и учения о биосфере. Только их сопряжение, коррекция, взаимодополнительность составляют метод научного синтеза и прогноза на современном этапе развития науки.

В отличие от биологии, изучающей живые существа и их сообщества во всем разнообразии их состава и жизнедеятельности на всех уровнях организации жизни, учение о биосфере, созданное В.И. Вернадским в 1926 г., рассматривает «живые организмы как нечто целое и единое», «как живое вещество, т.е. совокупность всех живых организмов, в данный момент существующих, численно выраженное в элементарном химическом составе, в весе, энергии». Такой подход составляет метод биогеохимии – дисциплины, призванной выяснить геологическую силу живого вещества в геохимии и энергетике планеты в целом. Таким образом, объектом исследования в биологии являются конкретные и дискретные формы жизни, живые существа как таковые и их сообщества, а объектом биогеохимии – интегральная форма их, живое вещество и, соответственно, интегральный геологический эффект его. Как видим, у этих дисциплин – биологии и учения о биосфере – принципиально разные подходы к изучению, казалось бы, одного и того же объекта на планете, и смешивать их, несмотря на их близость и взаимосвязь, не следует.

Геологический и космический ракурсы рассмотрения роли живого вещества на планете привели В.И. Вернадского к выводу об огромной, с точки зрения биолога, мощности биосферы (в несколько километров) и разнородности ее состава. Особо следует оценить слова Вернадского: «Биосфера не есть только так называемая область жизни. Это резко сказывается в ее веществе. Вещество ее состоит из семи глубоко разнообразных частей, геологически не случайных». Далее он выделил эти семь частей: 1) живое вещество, 2) биогенное вещество, 3) косное вещество, 4) биокосное вещество, 5) радиоактивное вещество, 6) рассеянные атомы, 7) вещество космического происхождения. Отсюда вытекает, что биосфера – по-

нятие планетарное, широкое, намного превосходящее по объему поле исследования биолога и почвоведа, которое ограничивается «областью жизни».

В.И. Вернадский определяет биосферу как одну из геосфер, которая коренным и необратимым образом изменена под влиянием живых существ, их современной и ранее протекавшей жизнедеятельности. По Вернадскому, к биосфере относятся нижние слои стратосферы, вся тропосфера, верхняя часть литосферы, сложенная осадочными породами (стратисфера), и гидросфера. Таким образом, верхняя граница биосферы простирается до высоты около 23 км над поверхностью Земли, а нижняя проходит в среднем на глубине около 16 км над ее поверхностью.

За последние годы в недрах биологии успешно развивается учение о биогеоценозах. В основе биогеоценологии, созданной советским ученым академиком В. Н. Сукачевым, лежит представление о биогеоценозах как «совокупности на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрогеологических условий), имеющей свою особую специфику взаимодействий этих слагающих ее компонентов и определенные типы обмена веществом и энергией их между собой и с другими явлениями природы и представляющей собой внутренне противоречивое диалектическое единство, находящееся в постоянном движении, развитии».

Профессор Н.В. Тимофеев-Ресовский в пятидесятых — начале шестидесятых годов нашего столетия первым сформулировал достаточно четко и исторически корректно проблему «биосфера и человечество». К сожалению, проблема, которой посвятил конец своей жизни Н.В. Тимофеев-Ресовский, была определена вопреки ему не как проблема «биосфера и человечество», а научно нестрого — «человек и биосфера».

Время показало, что последняя формулировка больше соответствовала эфемерно-политическому и антропоцентрическому моментам, чем фундаментальной научной постановке проблемы с философской диалектико-материалистической точки зрения. На наш взгляд, это приведет и частично уже привело к «загрязнению и торможению» важной области биологической науки — экологии.

Через разрешение проблемы «биосфера и человечество» человечество придет к созданию ноосферы Земли.

Отметим еще, что ноосфера — это сфера Земли, охваченная деятельностью человека. Сейчас в связи с космическими полетами границы ноосферы вышли за пределы биосферы Земли. Ноосфера становится более широкой оболочкой Земли, включающей в себя биосферу.

Судьба учения Вернадского о биосфере после его обнародования сложна. Немного было опубликовано при жизни автора. Архив хранил его труды в Академии наук. Судьба учеников В.И. Вернадского сложилась по-разному, да и не все ученики осознали значение биосферологии. Сложное было время в стране в 30–50-е годы, да и в последующее время, когда разработка учения не велась, переиздана была лишь часть трудов ученого. В конце концов была закрыта и созданная Вернадским биогеохимическая лаборатория в институте его имени.

Сейчас ясно, что нам предстоит наверстывать упущенное и прежде всего издать ранее не изданное. Глобализм человечества требует этого. К мудрости В.И. Вернадского мы обращаемся, упустив большое по современным меркам время. Но владеющий нами исторический оптимизм диктует успех после трудной работы по осмыслению его идей всеми обитателями планеты (биосферное образование).

Человечество подошло к черте, за которой его как биологический вид ожидает смерть. Люди всегда были смертны, но человечеству суждено было стать бессмертным. Лучшее порождение биосферы — оно не смогло удержаться в создавшем его термодинамическом поле биосферы и, открыв атомную энергию и устремясь в

космос, оно стремительно ворвалось в новые термодинамические поля. Не успев понять, где оно оказалось, человечество создало конфликтную ситуацию со своей прародительницей — биосферой, наивно полагая, что космос и микромир примут его с той же гармоничностью, с которой он жил в термодинамическом поле биосферы. Это роковая ошибка. Конфликт «биосфера и человечество» разрастается, а люди еще «решают» проблемы уходящего XX века по каноническим законам XIX в. Термодинамически новые миры не могут принять в себя посланца из биосферной реальности. Планета Земля сейчас начинает превращаться в звезду, «созданную» одним из 3,5 миллионов биологических видов — человеком.

На затерянной в космосе планете, где царствуют низкие по звездным масштабам температуры (300 °К) и низкие энергии (± 1 В), появились очаги сверхвысоких звездных температур и сверхвысоких энергий. Подсчитали, что радиоволновое излучение планеты Земля стало сравнимо с излучением спокойного Солнца. На Земле идут уже космохимические реакции, идет синтез новых химических элементов и изотопов. На Земле уже нет ни одного квадратного метра поверхности, где не было бы искусственно созданных элементов, в том числе радиоактивных (радиостронций, радиоцезий, плутоний и др.). В этом смысле локальность лабораторных опытов переходит в очаговость ландшафтную, а последняя, разрастаясь, переходит в глобальную, «звездную» стадию планеты Земля.

Не проблема «человек и биосфера», носящая экологический брюзжащий характер, а стратегическая диалектическая проблема «биосфера и человечество» — вот постановка цели и мишень для научных раздумий и работ. Биосфера первична, человечество вторично. Не человек должен быть объектом этих раздумий, а человечество как биологический вид, а не сумма людей.

Возникновение проблемы «биосфера и человечество» требует привлечения для научного ее решения синтетических наук о природе, к каковым относятся генетическое почвоведение, ландшафтоведение, биогеоценология и учение о биосфере. Это совершенно особый класс молодых наук, которые отличны от классических наук, таких, как биология, геология, физика, химия и др. Синтетические науки междисциплинарны по своим методам, это сфера работ не специалистов, а натуралистов. Это науки не столько об объектах и явлениях, сколько о разнохарактерных и разнокачественных системах объектов и явлений. Это науки о связях внутри природных систем или между ними.

В последние годы в биологии получила распространение концепция об уровнях организации жизни и соответственный подход к исследованию явлений жизни: макромолекулярный, клеточный, организменный, популяционный. Высказывалась мысль о выделении биогеоценологического уровня как высшего биологического уровня. В.Н. Сукачев не согласился с этим тезисом, считая, что биогеоценологический уровень — это уровень особого порядка. Действительно, для биогеоценоза как природной системы характерно взаимопроникновение элементов живой и неживой природы, равно как и для почв, ландшафтов, витасферы и биосферы. Это и определяет, по нашему мнению, выделение наук, изучающих перечисленные природные объекты и законы их функционирования в особый биосферный класс наук, в котором в первом приближении можно наметить следующие уровни организации объектов и соответствующих наук: почвенный, биогеоценологический, витасферный, биосферный.

Каждый из перечисленных объектов может рассматриваться с нескольких позиций: пространственно-структурной, исторической (временной), организованности системы (связи между элементами системы или между системами-уровнями) и т.д.

В каждом природном объекте обнаруживаются реликтовые или консервативные признаки и свойства — память истории его развития, а также динамичные признаки и свойства — продукт современных процессов их существования. Это

сосуществование стабилизирующих (консервативных) признаков и свойств с динамичными (современными) признаками и свойствами в природных системах требует для использования при анализе и прогнозе их судьбы особого биогеоэкологического метода исследования – сопряженного метода естественноисторического анализа и моделирования, причем акцент здесь делается на анализ связей внутри системы или между системами. Разнообразие связей, их множественность и разнокачественность их во времени и пространстве обеспечивает стабильность природных систем (биогеоценозов) во времени и пространстве, приводящая их в состояние стационарного (динамического, а не статического) режима.

Диалектическое противоречие и его разрешение – это не просто борьба двух начал. Всегда в этой борьбе есть режиссер, управляющая система. Его имя известно, его сущность – самая большая тайна для человечества. Зовут его Время. Время – всеобщая управляющая система диалектических систем и подсистем, акушерка развития – основного начала мироздания.

Лучшие умы человечества многое понимали, многое ищут сейчас. К сожалению, великий поток исторического мышления, комплексного мировосприятия разбился на тысячи ручейков специальностей и специалистов, затолкав и предав забвению тип мышления натуралистов. А среди великих мыслителей-натуралистов были и наши гиганты – Ломоносов, Докучаев, Вернадский.

О «БИОХРОНЕ» И ПОНЯТИИ «ЭЛЕМЕНТАРНОГО ВРЕМЕНИ»¹

Н.В. Тимофеев-Ресовский ввел понятие биохорологической единицы как выражение пространственного проявления гетерогенности биосферы, ее пространственного подразделения на различные уровни структурной организованности. Учитывая разнообразные проявления времени в биосферных системах и связь собственного времени биосферных систем с их основными вещественно-энергетико-информационными аспектами, мы предлагаем ввести в науки о биосфере понятие *биохорологической* (хронос — время) *единицы* — *биохроны*.

Не следует путать понятие биохроны с представлением о биологическом времени, которое выражается в совокупности физиологических и биохимических процессов в термодинамическом поле организма.

Биохрона — это *время и возраст существования* соответствующих *биоохор* (биогеоценологических, почвенных, ландшафтных) в аспекте их вклада в геохимическое, энергетическое и другие состояния биосферы. Таким образом, категория времени (являющаяся общей для всех физических процессов) в науке о биосфере дополняется и конкретизируется категорией возраста (характерной для живых организмов и для всех систем, в которых проявляется управляющая функция живого вещества), и категорией биохроны.

Понятие биохроны дополняет и конкретизирует понятие геологического и исторического времени. В учении о биосфере В.И. Вернадского работа живого вещества рассматривается в геологическом масштабе времени, т.е. с точки зрения всего времени существования биосферы и ее перехода из одного эволюционного состояния в другое. Теория эволюционного развития органического мира Ч. Дарвина ставит в центр внимания значительно меньшие отрезки времени — период существования того или иного вида. Учение о биогеоценозах В.Н. Сукачева еще более суживает временной «угол зрения»: время жизни биогеоценозов короче времени жизни органических видов. В эволюционной теории Ч. Дарвина речь идет о времени существования одного вида, а понятие биохроны указывает на интегральность времен всех событий, происходящих в той или иной биосферной системе. Ч. Дарвин ввел понятие естественного отбора как борьбы за выживание. Понятие отбора Н.В. Тимофеев-Ресовский распространил и на биогеоценозы, но дал ему более широкую трактовку: во-первых, с биогеоценологической точки зрения, естественный отбор видов и популяций происходит по признаку их вклада в общий круговорот вещества в биосферной системе и, во-вторых, отбор ведется не только «по жизни», но и «по смертям» (особи того или иного вида должны выходить из «круга жизни» в соответствующее время и в соответствующей форме, дабы не

¹ Фрагмент из книги «Н.В. Тимофеев-Ресовский: Биосферные раздумья. — М.: РАЕН, 1996. — С. 322–326», написанный в соавторстве с В.М. Федоровым.

прервался общий круговорот вещества и энергии в биосферной системе). Иначе говоря, биогеоценотический подход подразумевает выявление интегрального эффекта времен всех событий, совершающихся в биогеоценозе.

Таким образом, в науках о биосфере можно выявить по крайней мере три основных временных ракурса («угла зрения») изучения биосферы и ее систем — геологический, эволюционно-органический и биохронологический. В своей совокупности эти ракурсы дают достаточно полное представление о динамике современных биосферных процессов в их связи с геологической и исторической «памятью» биосферы.

Круговорот вещества — основа основ всех временных характеристик биосферных систем. Опираясь на понятие круговорота, целесообразно ввести понятия основного и элементарного времени жизни биосферных систем, и прежде всего биогеоценозов, как элементарных биохронологических структур биосферы. Под *элементарным временем* следует понимать время одного полного обращения вещества живых организмов, входящих в состав биогеоценоза, а за *основное время* принять время, которое требуется для становления и развертывания всех основных признаков и функций биогеоценоза.

Понятие элементарного времени дает возможность «числом и мерой», как говорил В.И. Вернадский, выразить одно из основных свойств биосферных систем — их биопродуктивность, под которой следует понимать не только произведенную биомассу, но также всю совокупность различного рода метаболитов, которые организмы выделяют в окружающую среду при отпращивании жизненных функций — питания и дыхания. С точки зрения биохронологического мышления можно оценить важность различия двух понятий из сельскохозяйственной практики — понятия «урожай» и «урожайность». За основу подсчета урожая принимается астрономическая единица времени — год или сезон. А под урожайностью понимается средняя величина урожая за несколько лет. Понятие урожайности полнее выражает сущность биохронологической характеристики биосферных систем, хотя оно и не является природной категорией, а выражает производство биопродукции в условиях искусственных агросистем.

С позиции биохронологического подхода чрезвычайно эффективным показателем жизнедеятельности организма и его вовлеченности в круговорот вещества в биогеоценозе может служить время, за которое организм пропускает через себя количество пищи (из расчета сухого веса), равное его сухому весу. Существует определенная корреляция (к сожалению, количественно не изученная) между временем наступления половой зрелости (и, следовательно, появлением нового поколения особей) и количеством пищи (в сухом весе), съеденным организмом с момента рождения до наступления половой зрелости. Грубая прикидка показывает, что к моменту половой зрелости организм должен пропустить через себя количество пищи, которое примерно в 400–500 раз больше его собственного веса в половозрелом состоянии. Этот показатель, таким образом, существенно дополняет представление о связи биогеохимического круговорота вещества с биологическими ритмами жизни особей, видов и их популяций (популяционные волны).

Чрезвычайно эффективным показателем жизни биогеоценоза может служить время круговорота отдельных химических элементов в пределах биогеоценоза. Можно говорить о «биохроне углерода», «биохроне кальция», «биохроне азота» и т.д. как о времени, за которое тот или иной отдельный атом совершает полный круговорот по всем звеньям биогеоценоза²...

² Работая над проблемами радиационной биогеоценологии, А.Н. Тюрюканов вместе со своими учениками изучал скорость круговорота ряда элементов в системе «раствор — растение» и «почва — раствор» методом меченых атомов (некоторые из этих статей приводятся в настоящем сборнике) см. I Раздел. Приводимые здесь рассуждения опираются на полученные в результате этих работ экспериментальные данные.

...Жаль, что изучение круговорота элементов не стало достоянием агрохимической науки. Вот и сыплем мы на поля непомерно большие дозы удобрений и тратим огромные деньги на их производство. Таким образом, изучив скорость круговорота химических элементов во всех взаимосвязанных звеньях биогеоценоза, мы получаем возможность эффективного управления жизнью биогеоценозов, как искусственно нами создаваемых, так и естественных. Здесь — огромный резерв для повышения производства необходимой человеку биомассы.

Очень важным показателем временной динамики жизни биогеоценоза является динамика численности популяций. К сожалению, часто прибегают к среднеарифметической оценке биомассы биогеоценоза, отбрасывая и не учитывая ту биомассу, которая образуется в момент пика численности определенной популяции. Такой подход нельзя признать правильным — ведь само возникновение пика численности популяции является вполне закономерным явлением. Появление этих пиков может быть связано с определенными космическими циклами (впервые их систематическое научное изучение предпринял А.Л. Чижевский), но может зависеть и от многих других причин. Приведем в связи с этим любопытный случай. Стучилось так, что мне пришлось вместе с коллегами выбирать место для показа почв делегатам Международного конгресса почвоведов. Мы зашли в широколиственную дубраву. Летняя жара иссушила почву на полях, но в лесу ноги пошли по мокрой почве и густой траве. Местами встречались даже мелкие лужи, хотя рельеф по сравнению с полем не изменился. В чем же дело? Сначала даже показалось, что идет дождь. Прислушались. Да, шуршит дождь по листе. Подняв глаза, с удивлением увидели, что кроны деревьев стоят почти без листьев. Оказалось, что на лес напал листоед — дубовый шелкопряд, который объел всю листву. Скорость поедания листвы была так велика, что экскременты сыпались на землю как дождь. Естественно, что листоед не в состоянии переварить листья. А листва сочная, азота биоорганического в ней много. И вот вся эта огромная масса азота буквально «упала с неба», через опустевшие кроны солнце беспрепятственно согрело землю, и ранее подавленные лесные травы резко пошли в рост. Из-за того, что деревья прекратили транспирацию воды, а травы создали парниковый эффект, влага стала накапливаться в почве. Вот что бывает иногда в природе. Самоудобрение почв. Но это все в рамках эволюции почв и биогеоценозов.

Можно заметить, что биохрона как характеристика собственного времени биосферных систем обладает двумя особенностями. Во-первых, о ней можно говорить как о некоторой единице времени, имеющей определенную дискретную величину. Эта единица выражает целостность биосферной системы и поэтому не должна быть смешиваема с другими проявлениями времени. Во-вторых, в биохронную единицу включается целый комплекс статистических по своей природе феноменов: например, «больше — меньше» биомассы, «пики — спады» численности популяций и т.д. Эти статистические колебания лежат «в пределах нормы». Учитывая и прогнозируя эту вероятностно-статистическую динамику жизни биогеоценозов, можно управлять производством продукции: выбирать время, удобное для роста растений, которые ценны для нас своей биомассой (ботвой), а в другие соответствующие периоды выращивать растения, интересующие нас своими плодами и семенами.

Оценивая в целом пространственно-временной аспект организованности биосферы, мы должны признать, что временной аспект имеет решающее значение. Время, а не пространство является фактором формирования биосферных систем, пространство же выступает как необходимое условие развертывания и развития биосферных систем. Вот почему переход к работе с временным ресурсом биосферы, запаянным в ее организованности, составляет генеральную стратегическую линию развития взаимодействия человечества с биосферой. Мы же к освоению этого ресурса так еще толком и не приступили. Даже наоборот, опыт землепользования, накопленный многовековой практикой наших предков, оказался совершенно отброшенным в сторону.

О ЛАНДШАФТНО-ИСТОРИЧЕСКОМ ПРИНЦИПЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ¹

...Современная агроиндустрия настолько отделилась от естественных биосферно-биогеоценотических предпосылок сельскохозяйствования, что докучаевская наука о почве стала незаметно подменяться «экологией почв». Напомним, экология – наука о взаимоотношениях организмов и популяций с окружающей средой, согласно же В.В. Докучаеву, почва представляет собой особое биокосное тело, формирующееся в процессе исторически длительного взаимодействия живого вещества с неживым.

Почва – особое целостное единство живого с неживым, а понятие «экология почв» раскладывает это единство, противопоставляя живое неживому. По существу, понятие «экология почв» верно отражает практику индустриальных технологий в сельском хозяйстве, когда одна-единственная культура, выращиваемая на поле, подвергается массивному воздействию косных, неживых химических, физических и механических сил, направляемых человеком.

Стыдно признавать, что вновь возрождаются те самые чисто геологические, физико-химические представления о почве, которые критиковались В.В. Докучаевым. Это «возрождение» начинается со школьной скамьи. В учебнике «Общая биология» для учащихся 9–10 классов средней школы в разделе «Основы учения о биосфере» можно прочитать (1987 год издания, страница 114) следующее «определение» почв: «Почва – рыхлый, поверхностный слой земной коры, измененный атмосферой и организмами и постоянно пополняемый органическими остатками». Это пример отождествления почвы с грунтом – понятием чисто геологическим. Здесь нет ни слова о том, что почва представляет собой особое тело природы, живущее по своим собственным законам. «Рыхлым поверхностным слоем земной коры» может быть и горная порода, разрыхленная ветровой и водной эрозией, и куча шлака или мусора, и подпочвенный слой земли, вывернутый бульдозером на поверхность, и глубоко эродированная, затоптанная машинами и отравленная химикатами бывшая почва. Все эти «природные образования», возникающие в том числе и при участии человека, изменяются «атмосферой и организмами и постоянно пополняются органическими остатками». Подобные «определения» вполне оправдывают механическое и химическое насилие над почвой.

Как мы уже говорили, докучаевское почвоведение имеет общенаучный смысл, между тем оно стало трактоваться в русле агрономической науки. Но при этом и само понятие агрономии стало целенаправленно искажаться. Буквально термин «агрономия» включает в себя два значения: *agros* (греч.) – поле и *nomos* (греч.) –

¹ Фрагмент из книги «Н.В. Тимофеев-Ресовский: Биосферные раздумья. – М.: РАЕН, 1996. – С. 292–296».

закон. Агрономия, следовательно, есть наука о законах жизни поля. Но такое понимание агрономии никак не вписывается в индустриальное сельское хозяйство, которое действует не по законам поля, а по законам производства сельскохозяйственных машин и химикатов. На самом деле разрабатывается не агрономия, а наука об агронасилии, дополняемая «экологией почв». Подчеркнем, что сам В.В. Докучаев назвал созданную им науку почвоведением — «ведением», т.е. знанием почвы.

С развитием агроиндустрии возникло мнение, будто докучаевская концепция почвообразования оказалась «неработающей» в условиях нынешних «окультуренных» пахотных почв. Это глубокое заблуждение, считал Н.В. Тимофеев-Ресовский. Во всех своих работах В.В. Докучаев связывал природные процессы почвообразования с сельскохозяйственной деятельностью человека. При этом следует подчеркнуть, что пахотный горизонт и пахотная почва — разные понятия и что пахотная почва свое плодородие унаследовала в основном от естественных почв. Проблема пахотного горизонта — лишь часть проблемы окультуренных почв, которые, как и целинные почвы, состоят из нескольких горизонтов, сформировавшихся в процессе эволюции того или иного типа почв. Поэтому качественная оценка земель, их бонитировка должна базироваться на докучаевской концепции о генезисе почв с учетом земледельческой истории и экономических показателей плодородия почв. Недостаточно интересоваться лишь пахотным горизонтом (как это делает агрохимик и агротехник). Нужно знать свойства (химизм, водный режим, наличие местных водоупоров и т.д.) на всю глубину профиля пахотных почв. Знание историко-экономической характеристики почв совершенно необходимо для прогноза севооборотов и создания культурных высокопродуктивных сельскохозяйственных биогеоценозов.

История систем земледелия — это история непрерывной борьбы земледельцев за поддержание и восстановление плодородия почв естественным путем в условиях непрерывно возрастающей антропогенной нагрузки на них. Подсечно-огневая, залежная, переложная, паровая, трехпольная, севооборот — вот основные вехи исторического развития систем земледелия. В нашей стране в силу ряда социально-экономических и природных причин (малая плотность населения, позднее появление городов, большие лесные массивы и т.д.) в разных местностях еще в прошлом веке существовали и подсечно-огневая, и залежная, и трехпольная системы и только намечался переход к севообороту.

Севооборот, несомненно, — наиболее эффективная и культурная форма интенсивного сельскохозяйственного хозяйства. Многие ученые и общественные деятели ратовали за самый быстрый переход сельского хозяйства на эту основу. Не отрицая достоинств севооборота, В.В. Докучаев особое внимание обращал на преимущество залежной системы земледелия, которое всего эффективнее использует естественные механизмы восстановления биопродуктивности почв. Главным условием высокой продуктивности почв, считал В.В. Докучаев, является нормальная зернистая их структура. Сохранить это свойство можно, по его мнению, сочетая севооборот с залежным земледелием. Сейчас отпуск «в залежь» практикуется как вынужденная и крайняя мера лечения глубоко эродированных и истощенных почв. Между тем этот агроприем должен войти в практику как совершенно необходимое и общее правило.

Отчасти принцип залежного земледелия реализуется в рекомендациях использовать севообороты с 2–3-летним пребыванием на поле злаково-бобовых трав. Как показали исследования, в этом случае не только восстанавливается нормальная структура почвы, но в ней также остается такое количество корневых остатков, которое равноценно внесению на гектар примерно 75 т навоза. К тому же выяснилось, что применение севооборотов с чистыми парами, особенно при интенсивных технологиях, не приостанавливает снижения плодородия почв. Наобо-

рот, с ростом урожая при возделывании только однолетних культур гумус исчезает из почвы с возрастающим темпом.

В наши дни эмоционально-наблюдательное отношение к охране природы сменяется активно планируемой и управляемой деятельностью людей, заботящихся о высокой биопродуктивности ландшафтов с биосферно-биогеоценотических позиций. Одним из важнейших направлений повышения биопродуктивности ландшафтов должно стать создание специальной природоохранной системы землепользования, предполагающей кратковременное или долговременное введение на части территории заповедно-переложного режима. Как показывает вековой опыт и расчеты, заповедная земля должна охватывать не менее 6–7% территории.

Другим важнейшим направлением биосферно-биогеоценотического землепользования является восстановление ландшафтно-исторического принципа землепользования. «Почва – зеркало ландшафта», – говорил В. В. Докучаев, подчеркивая при этом, что хозяйство нужно вести с учетом оптимального соотношения основных элементов ландшафта – леса, луга, водоемов и пашни, т.е. так, как это соотношение исторически сложилось. Сейчас убедительно доказано, что для нормального, экологически сбалансированного ведения земледелия доля пашни в структуре земледелия должна составлять 30–37, максимум 40%. Пройдя период экстенсивного развития земледелия, для которого характерна максимальная распашка даже малопригодных для земледелия земель, мы теперь столкнулись с противоположной тенденцией – необходимостью максимальной сокращения площади пашни. А теперь совершим краткий экскурс в историю.

Наши предки, расселяясь по Центральной России, вырубали первичные леса, освобождая место под деревни, города и пашню. Вместе с лесом, вывезенным под видом деловой и дровяной древесины, были вывезены и огромные массы зольных элементов, которые уже не возвращались в почву, как это происходит в природе. Вырубка леса, таким образом, прервала природный процесс почвообразования, оставила пашни с бедными белесыми подзолами, что конечно же не могло не иметь и огромного биосферного значения. Взгляд на подзолообразование как на биосферно-антропогенный процесс позволяет по-новому осмыслить причины низкого плодородия почв Нечерноземной зоны. На этих оставленных нам предками в наследство малоплодородных, а местами бесплодных просторах сейчас разворачивается грандиозная программа уже не лесного, а сельскохозяйственного освоения. Не лучше ли было бы вернуть землям Нечерноземья их исходную лесистость? Ведь, например, один гектар елового леса ежегодно дает больше углеводов, чем такая же площадь, занятая пшеницей или картофелем. Мы получили бы существенный выигрыш в массе биопродукции и заодно восстановили бы естественный процесс почвообразования, характерный для этой природной зоны. Надо только умело обойтись с полученной прибавкой биопродукции. Современный научно-технический потенциал вполне способен помочь благополучно решить эту задачу.

Сейчас обезлюдившее, заброшенное Нечерноземье зарастает лесом. Но если прежде вырубались спелые леса хорошего качества, то теперь вырубки зарастают малоценными породами – осиной, ольхой и кустарником. Таких заросших площадей в Нечерноземье насчитывается более 7 млн. га. К тому же 5 млн. га занимают пустыри, прогалины, гари или уже погибшие насаждения. Поэтому культура лесоразведения становится в Нечерноземье задачей первостепенной важности.

Благоустраивая пашню, необходимо учитывать мозаичность ландшафтов, вводя островки лесных массивов среди пашни. Эти островки леса служат прибежищем насекомым, опыляющим растения, и птиц, помогающих бороться с вредителями сельского хозяйства. Литовские исследователи выяснили, что гектар леса среди пашни, повышая урожай окружающих полей, дает в два-три раза больше дохода.

Столь же большого внимания заслуживает и другой элемент ландшафта — луга. Затопив огромную площадь прекрасных луговых угодий, мы лишили животноводство обильной кормовой базы и перевели скот на фуражное зерно, для чего расширили распашку земель, в том числе и лугов. Пашня потеснила луга. Не так давно пастбищные травы составляли 25% рационов питания скота, а теперь всего лишь 17%. Снижение доли пастбищной травы в рационах питания существенно усилило дефицит белка, микроэлементов и целебных веществ. Нужно возродить долгие сенокосы и пастбища, заботясь об их окультуривании. Лишь однажды сделав в них капиталовложения, можно получить от них хорошую отдачу двадцать—тридцать лет. Это одновременно позволит сократить затраты на кормопроизводство, значительно уменьшить посеvy фуражных культур и снизить трудоемкость животноводства.

Выращивание многолетних трав и рациональное использование угодий дает возможность получать животноводческой продукции (в пересчете на кормовые единицы) не меньше, чем при возделывании на пашне кормовых культур. Периодический отдых пастбищ от выпаса скота приостанавливает эрозию и истощение почв и восстанавливает флористический состав пастбищ. Показано, что, используя местную флору, можно создавать искусственные пастбища в 5—6 раз продуктивнее естественных. При этом травосмеси, скомплектованные из местной флоры, оказываются одним из наиболее эффективных средств борьбы с эрозией почв.

С биосферно-биогеоценотической позиции поймы рек целесообразно использовать в основном как луговые угодья. Скашивая травостой на сено, мы с пойменных лугов отчуждаем сравнительно небольшую часть растительной продукции, а основная ее часть остается в почве, обеспечивая жизнедеятельность почвенной фауны и микрофлоры, поддерживая процесс образования и накопления почвенного гумуса. При выращивании же на поймах овощных и полевых кормовых культур мы увозим с полей большую часть биопродукции, уменьшая тем самым содержание гумуса, разрушая структуру почв, обедняя состав почвенной микрофлоры, а при бессменном выращивании овощей на одних и тех же полях способствуем накоплению в почве токсичных веществ и патогенных организмов.

Таким образом, необходимо всячески пропагандировать и внедрять ландшафтно-исторический принцип землепользования. Только таким способом можно обеспечить поддержание и восстановление биопродуктивности почв, отвечающее главному требованию: не нарушать исторически сложившееся динамическое равновесие биосферно-биогеоценотических процессов.

Этому принципу полностью соответствует почвозащитная безотвальная система земледелия, которая была разработана и внедрена в нашей стране благодаря огромным усилиям Т.С. Мальцева и Ф.Т. Моргуна — великих и светлых деятелей послевоенной эпохи в агрономии. В свое время пахота с оборотом пласта была историческим событием — она позволила освоить огромные целинные пространства. С биогеоценотической точки зрения такая вспашка имеет тот смысл, что с ее помощью метаболиты растений переводятся в глубокие слои почвы. Однако со временем, когда почва приобретает окультуренный характер, начинается разрушение структуры почв. При многолетнем, без перерыва, посеве и выращивании одной и той же культуры на одном месте весь слой почвы, в том числе и ее глубокие слои, насыщается метаболитами, и тем самым исчезает благотворный эффект смещения метаболитов в глубокие слои при обороте пласта. Зато существенно обедняется микрофлора и фауна, разрушается структура почвы и, как следствие, происходит их деградация.

Можно лишь приветствовать начавшийся поиск новых форм земледелия, приближающий его к естественным, т.е. биосферно-биогеоценотическим, механизмам воспроизводства биопродукции. Большая работа предстоит по созданию культурных фитоценозов в сельскохозяйственных биогеоценозах (окультурива-

ние новых видов дикорастущих растений, селекция и подбор продуцентов, консументов и редуцентов, составляющих единую трофическую цепь, создание сортов растений с высоким показателем фотосинтетической активности и многое другое). Немалая работа ожидает нас и по регуляции геохимических функций растений и почв (накопление почвенного гумуса, поддержание коллоидального состояния вещества в почвах, регуляция содержания микроэлементов и питательных элементов в почвах, активизация ферментативных комплексов почвы и многое другое).

Конечно, не сегодня и не завтра великая, исторически инерционная система сельского хозяйства и землепользования выйдет на новые пути, но на пороге третьего тысячелетия неизбежна смена стратегии. Эта стратегия должна быть рассмотрена и оценена с точки зрения, во-первых, приближения сельского хозяйства и землепользования вообще к природным биосферно-биогеоценотическим процессам и, во-вторых, создания агросистем с оптимальной структурно-временной организованностью, с многокомпонентными сообществами организмов (включая не только культивируемые растения, но также почвенную флору и фауну) и минимизированной в агротехническом аспекте, но максимизированной в биологическом отношении.

Только на таких условиях возможен научно обоснованный, оптимистический взгляд на судьбу почвенного покрова — самого ценного природного достояния человека.

ОТ ПОЛИТИКО-АДМИНИСТРАТИВНОГО К БИОСФЕРНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ РАЙОНИРОВАНИЮ РОССИИ¹

Землю пахнет!..

Я – твое, земля, создание, –

И нет иного мне милей благоуханья.

А. М. Жемчужников

Так называемая «перестройка» обернулась развалом централизованной государственной системы СССР, дроблением России на множество субъектов Федерации, мощной вспышкой региональных войн и политической инфляции.

В этих условиях первостепенное значение приобрел вопрос о «государственном обустройстве» России, а введение рыночных отношений предельно обострило его. В рассуждениях на эту тему большую популярность приобрели термины «региональный подход», «районирование территории», «экономический регион» и т.п. Но имея дело с этими ныне ходовыми терминами, не нужно упускать из вида главное: какие бы новые схемы так называемого «районирования» не предлагались, в их основе по прежнему лежит так трудно доставшийся стране опыт политико-административного управления государством.

Следует заметить, что и по своему происхождению, и по своей сути понятие «регион» является естественноисторическим, а не политико-административным. Это понятие прежде всего указывает на природную, ландшафтно-историческую целостность территории, которая является основным определяющим фактором жизни этносов – их формирования, развития и миграции. Так что прямое связывание понятий «регион», «районирование» с политико-административной системой управления государством вносит много путаницы и направляет понимание исторического процесса по ложному пути.

Сейчас уже достаточно сильно во многих отношениях поколеблена уверенность в надежности, эффективности и целесообразности принципа политико-административного деления страны. Очередная перекройка страны на основе этого принципа не выведет страну из экономического и политического хаоса. Она не будет подлинным обновлением страны.

Есть ли альтернатива этому принципу? Да, есть – это принцип естественно-исторического, а конкретнее говоря, биосферно-территориальной организации и управления Россией.

¹ Глава из книги «Н.В. Тимофеев-Ресовский: биосферные раздумья. – М.: РАЕН, 1996. – С. 358–363». Тема о естественноисторическом районировании России обсуждается также в совместной с В.М. Федоровым статье в журнале «Экология России. 2000. – С. 54–57».

Сейчас этот вопрос оказался напрямую связанным с решением экологических проблем, с «экологической безопасностью России». Идея-концепция «устойчивого развития», выдвинутая на международной конференции в Рио-де-Жанейро в 1991 г. в нашей стране была воспринята как руководство к действию, и в спешном порядке было разработано и представлено несколько десятков концепций-программ «устойчивого развития России». Их исходной предпосылкой служит хорошо известный социологический тезис о том, что базисом развития общества является экономика (соответственно, политика, идеология, наука и т.д. рассматривается как надстройка над базисом).

На наш взгляд, сейчас наступила пора дать всестороннюю и тщательно взвешенную оценку данному тезису. Уже нельзя пройти мимо того факта, что практическая реализация тезиса о базисной роли экономики в развитии общества прервала естественноисторическую связь общества с природой и породила глобальные экологические проблемы. Нужно дать должную оценку и усилиям настойчиво внедрить в общественное сознание мысль о том, что экологические проблемы являются неизбежной и даже «естественной» «платой за прогресс». На самом же деле экологические проблемы есть самое надежное свидетельство противоестественного пути развития человечества. Этих проблем не должно быть — их существование противоречит логике естественноисторического развития природы и человечества.

По существу необходимо вернуться к классической научной мысли о первичности природных, а именно биосферных, предпосылок возникновения и развития общества. Биосфера является истинным базисом развития общества, она первична, а экономика — вторична. Если экономику называть «базисом», то биосфера является «супербазисом», т.е. основой основ развития общества. Развитие человечества определяется не двоичной системой «базис и надстройка», «экономика и политика», а триадой «супербазис — базис — надстройка». Под супербазисом мы понимаем территорию и все природные ресурсы, доставшиеся нам от природы и предшествующих поколений россиян. Неоцененность супербазиса в стоимостном отношении позволила тоталитарной системе долго продержаться на плаву и заодно сбросить все население и народное хозяйство страны в глубочайшую экологическую пропасть. Одновременно научная концепция супербазиса, т.е. учение о биосфере — ноосфере, как абсолютной несовместимая с тоталитаризмом, испытала на себе все тяготы раскручивавшегося маховика репрессий. Не технократический идеал освобождения от природной зависимости, а наоборот, опора на естественноисторическую связь с биосферой должна служить стартовой площадкой и основной движущей силой развития человечества, исходной предпосылкой разработки всех теоретических и практических аспектов стратегии его развития в третьем тысячелетии.

Крупный недочет концепций устойчивого развития заключается в их абстрактно-глобальном характере. Биосфера конечна в своих размерах и, как подчеркивал В.И. Вернадский, мозаична по своей структуре и свойствам. Поэтому нет ничего удивительного в том, что концепции глобализма, рассчитанные на усредненные критерии, едва родившись, стремительно уходят в небытие.

А на смену им должны прийти концепции структурно-функциональных систем биосферы, ставящие в центр своего внимания уникальность конкретных природно-территориальных единиц биосферы. Среди этих единиц наиболее различимы естественноисторические (природные) регионы. Под таковыми мы понимаем ландшафтно-исторические территориальные комплексы, имеющие свое естественноисторическое прошлое, отличное от соседних регионов, определенный вектор и темп развития территории и несущие разную по объему и интенсивности антропогенную нагрузку. Такие комплексы несут в себе большой ресурс управления. Осознание этого позволит людям разобраться в своем поведении на территории того или иного региона.

С учетом этих биосферно-территориальных единиц – бассейнов рек, зон природы, естественноисторически сложившихся ландшафтов и взаимосопряженной связи между ними – необходимо строить административную и производственно-экономическую структуру и деятельность страны.

В биосферной уникальности, биосферном богатстве России заключается организующее и управляющее начало ее обновления. Виднейшие историки России всегда подчеркивали, что характерные природные условия Русской земли определили и первоначальные черты российской государственности.

С.М. Соловьев отмечал, что исполнинские системы рек, образующие водную сеть Русской земли, «много содействовали единству народному и государственно-му, и при всем том особые речные системы определяли вначале особые системы областей, княжеств. Так, по четырем главным речным системам Русская земля разделялась в древности на четыре главные части: первую составляла озерная область Новгородская, вторую – область Западной Двины, т.е. область Кривская, или Полоцкая, третью – область Днепра, т.е. область древней собственной Руси, четвертую – область Верхней Волги, область Ростовская»².

«Начиная изучение истории какого-либо народа, – говорил В.О. Ключевский, – встречаем силу, которая держит в своих руках колыбель каждого народа – природу его страны». Он также отмечает решающую роль речной сети в первоначальном племенном, а затем земско-княжеском делении Древней Руси. Это проявилось «еще заметнее в последующем удельном делении XIII–XV вв., довольно точно согласовавшемся со сложным разветвлением бассейнов Оки и Верхней Волги... Взаимная близость главных речных бассейнов равнины при содействии однообразной формы поверхности не позволяла размещавшимся по ним частям населения обособляться друг от друга... подготавливала народное единство и содействовала государственному объединению страны»³. Не случайно автор первой конституции России («Русской правды») декабрист Пестель расположил столицу Российского государства в Нижнем Новгороде – в месте слияния двух великих рек, Волги и Оки, пронизывающих своими бассейнами всю Центральную Россию.

С губернской реформы, введенной Петром I и закрепленной Екатериной II, началось административно-территориальное деление страны. При формировании губерний руководствовались главным образом фискальными и военно-административными соображениями. Контуры губерний определялись расстоянием городов от губернских центров и состоянием путей сообщения. Так административно-территориальное деление стало входить в противоречие с принципом естественноисторического районирования территории государства.

Здесь к месту вспомнить, как Н.В. Тимофеев-Ресовский любил рассказывать истории про наши железные дороги. Он ведь был сыном крупнейшего инженера по строительству железных дорог, что в конце XIX и начале XX в. считалось очень почетным и уважаемым делом. Николай Владимирович припоминал, например, как калужские купцы и городские власти не дали взятку строителям дороги Москва–Киев, а те мстительно провели железную дорогу мимо губернского города Калуги. И целое столетие люди сходили с поезда за двенадцать верст до Калуги и уж до самого города добирались как Бог даст. Любому понятно, что это резко сказывалось на экономике губернского города. А московскую электричку до Калуги I пустили только в 1968 г.

Частенько загадывал Николай Владимирович такую загадку: «Где в России город, в котором есть вокзал, но нет железной дороги?» И объяснял несведущему собеседнику, что это город Кологрив Костромской губернии, а история в нем

² Соловьев С. М. История России с древнейших времен. – М., 1959. Т. 1. – С. 63.

³ Ключевский В. О. Сочинения. – М., 1956. – С. 45, 64.

произошла достойная калужской. Строители вели железную дорогу через этот уездный город, но богатые купцы и промышленники Мантуровы путем большой взятки подкупили строителей, и дорога послушно вильнула мимо Кологрива на Мантурово. Кологривцы же вокзал построили, а «железку» так и не получили. В этом несостоявшемся вокзале теперь музей. Воистину, «Россия – сфинкс», как писал А.Блок.

В XIX в. в мире начинается промышленная, а в XX в. – научно-техническая революции. Курс на индустриально-технологическое развитие получил государственную поддержку и вывел вперед группу так называемых развитых стран. Стала быстро формироваться техносфера, а с ней и невиданная по масштабу и силе атака индустриальных технологий на биосферу. Забота о наращивании техносферы стала определять характер и структуру административной организации и управления жизнью стран.

В конце прошлого века, в преддверии этой атаки на биосферу, как некое предупреждение и противодействие возможным негативным ее последствиям, возникла мощная вспышка натуралистического естественносторического мышления – социологическая мысль возрождает идею географического детерминизма, а В.В. Докучаев открывает биосферное направление в естествознании. В начале XX в. политика становится доминирующим фактором развития мира. Революция в России привела к противостоянию двух общественно-политических систем, спор между которыми стал решаться на пути индустриально-технологического развития. В нашей стране рождается сталинский тоталитаризм, который доводит принцип административного деления страны до крайнего предела, придав ему резко выраженный политический характер. Так, например, был введен партийный критерий для образования новых областей: при наличии на территории 25 тысяч членов партии уже можно было ставить вопрос о превращении этой территории в новую область. Целые народы насильственно переселялись со своей исторической родины. Посмотрите на карту Коми АССР. Северная граница ее прочерчена по линейке. Это абсолютно противоестественная граница, но она закрывала выход этой автономной республики к морю и тем самым лишала ее права на статус союзной республики. Хрущев передачей Крыма Украине пополнил список волюнтаристских решений административно-территориальных проблем. За этот политико-административный произвол мы сейчас расплачиваемся региональными войнами.

В настоящее время мы оказались в той критической точке развития государственности, когда можно уверенно утверждать, что любые государственные административно-территориальные единицы не являются структурными подразделениями биосферы.

У каждой структуры Лица Земли свои времена и возраста круговорота и эволюции. Разнообразие структур и их динамики порождают третью составляющую эволюции планеты – управление. В этом смысле управление есть объективная, а не волевая категория бытия всех систем на планете. Все более очевидным становится нарастание несовместимости административно-политического управления с естественными процессами биосферы. Хорошо известен факт, что территории, через которые проходит граница административных областей и которые тем самым оказываются вне поля зрения «недремлющего ока» областного начальства, скорее всего приходят в запущенное состояние. И вот тут природа берет свое: начинается естественный процесс восстановления почвенного покрова, лесов и лугов. Административному управлению природа противопоставляет естественный, сложившийся веками процесс управления.

Этот пример – лишь иллюстрация более общего принципа: нам следует сделать ставку на тот ресурс управления, который был накоплен биосферой за многие миллиарды лет. В ее организованности заключен ресурс управления природно-

территориальными комплексами (регионами). Управление и управляющие системы возможны только в рамках биосферной реальности.

Логикой исторического развития мы вынуждены переходить к управлению, основанному на реальности регионального и биологического разнообразия Лица Земли, которое в конечном итоге определяет динамику этнических и демографических процессов, развитие экономики, культуры и т.д.

Задолго до возникновения банковского оборота в самом существе жизни был заложен принцип круговорота веществ. В этом заключается объективный естественноисторический код управления, динамично-круговоротный принцип и ресурс организованности и управления биосферных систем.

Двоичная система «базис – надстройка» в конце концов вырождается в примитивную финансово-банковскую систему денежного круговорота. Любят говорить, что время – это деньги, но почему-то не принимают в расчет, что время – не деньги. За деньги не купишь время. В историческом процессе настала очередь денег – им гореть, а не людям. Истинным банком, который содержит в себе гарантию и ресурс развития человечества, является вовсе не денежный банк, а организованность биосферных систем.

Из вышесказанного следует, что не экономические и тем более политические, а супербазисно-биосферные критерии должны лечь в основу разработки концепции управления развитием страны.

Неизбежен вывод о том, что догма политико-административного деления России уходит в прошлое. Сейчас самый благоприятный момент для осознанного перехода к биосферно-территориальному принципу организации и управления России. Мы просто обязаны воспользоваться этим моментом и не упустить предоставленный историей шанс обновления России.

БИОСФЕРНОЕ НАЧАЛО ЭТНОСОВ¹

*Мы забываем, повзрослев едва,
Что общим корнем связаны слова:
Народ, и благородство, и природа.*

Игорь Киселев

В рамках общего глобального противостояния биосферы и человечества есть важнейшее промежуточное и посредствующее звено, от которого зависит нормальное существование биосферы и человечества.

Этим звеном являются этносы.

XX век оказался веком развала, разрушения этнической структуры человечества. Понятие «общечеловеческие ценности» стало вытеснять понятие этноса и этнической культуры, в которые в качестве обязательного компонента входит культура взаимодействия этноса с природой. Если раньше можно было говорить о некотором единстве общества и природы, то с развалом этносов образовалась дипольная система «Биосфера – Человечество».

Между тем этнос – совершенно особый, формирующийся столетиями и тысячелетиями механизм отбора и поддержания генофонда человеческих популяций. Исчезновение этносов ведет к утрате этого важнейшего условия и механизма стабилизации человечества. Огромные, массовые миграции населения в нашем веке вырывают людей из природных условий формирования и существования этносов, к которым эти люди принадлежат. Нельзя не считаться с тем, что человек – биологическое существо, и для хорошего самочувствия ему нужна подходящая экологическая ниша. А экологическая ниша, говорил Н.В. Тимофеев-Ресовский, – это не место, куда можно спрятаться, а то, которое требует генетика.

С возникновением этносов формируются одновременно и моральные и нравственные нормы поведения людей, и моральный кодекс отношения к природе. Обе эти стороны являются взаимосвязанными сторонами не только духовной, но и экономической и бытовой культуры этносов.

Сущность этноса – не в панмиксии и не в изоляции тех или иных человеческих популяций, а в его единстве с природой².

¹ Фрагмент статьи «Биосферное начало этносов» из книги «Н.В. Тимофеев-Ресовский: Биосферные раздумья. – М.: РАЕН, 1996. – С. 326–327», написанный в соавторстве с В.М. Федоровым.

² Далее в статье излагаются размышления А.Н. Тюрюканова о взаимовлиянии жизни почв и эволюции этносов, родившиеся в результате многолетнего изучения ополей Центральной России.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ И НАСЕЛЕНИЯ ВЕЛИКОЙ СТЕПИ НА СОВРЕМЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ¹

(к вопросу о происхождении феномена «Окской флоры»)

Принято воспринимать биогеоценологию как естественноисторическую дисциплину, законы которой не вполне применимы к территориям, нарушенным человеком. Очевидно, что в условиях искусственных экосистем — как, например, на землях, занятых сельскохозяйственными и лесными культурами, — сказывается недостаток времени для формирования целостных природных систем — биогеоценозов, отличительная черта которых — стабильность во времени при относительно неизменных климатических условиях. Стабильность биогеоценозов не исключает развития как отдельных их компонентов (фито-, зоо- и микробиоценоза, почвы и т.д.), так и биогеоценоза в целом, однако это происходит при сопряженной «работе» целостной системы и не вызывает разлада между компонентами, связанными единой причинно-следственной цепью явлений в процессе трансформации вещества и энергии [Сукачев, 1964].

По существу, во всех работах, посвященных вопросам развития сообществ организмов на преобразованных (нарушенных) человеком территориях, анализируются кратковременные результаты нарушений биогеоценологического покрова Земли и его реакции на замену части естественных отдельных составляющих биогеоценоза на искусственные [Тимофеев-Ресовский, Тюрюканов, 1966].

Так обстоит дело при акклиматизации отдельных видов организмов, механическом создании почв при рекультивации земель, в промышленной ботанике и т.д. Другими словами, преобладает узкоэкологический подход к решению биогеоценологической проблемы, который нельзя признать правильным, о чем многократно писал В.Н. Сукачев (1949), отмечая различия между понятиями «экосистема» и «биогеоценоз». Но именно биогеоценологическому, а не экологическому методу принадлежит будущее в научно-обоснованном сохранении зеленого лика Земли.

В настоящем сообщении, в связи с проблемой происхождения Окской флоры рассматриваются возможности формирования устойчивых биогеоценозов, созданных перемещением выработанных, т.е. сложившихся в результате естественного отбора устойчивых к совместному произрастанию и размножению растений-«соседей» естественных растительных сообществ.

Вопрос об Окской флоре как особом явлении был впервые сформулирован профессором Московского университета Н.Н. Кауфманом (1866). Пытаясь объяс-

¹ Статья написана в соавторстве с Н.А. Костенчуком. Печатается по тексту «Восток-Запад. — М.: Наука, 1997. Вып. 5. — С. 321–339». Первая публикация «Бюллетень МОИП. Отд. биол. 1980. Т. 85. Вып. 3. — С. 123–134».

нить внезапное изменение характера растительности в долине р. Оки, знаменовавшееся появлением целого ряда видов растений, свойственных югу России и не встречающихся к северу от р. Оки, в остальной части Московской губернии, Н.Н. Кауфман высказал предположение о заносе семян большинства этих видов растений течением р. Оки из более южных районов, где река берет свое начало. Однако впоследствии оказалось, что многие виды растений, придающих Окской флоре особенный, южный, степной характер, в верховьях р. Оки не произрастают.

Ф.И. Рупрехт (1866) полагал, что степные растения Окской флоры непосредственно связаны в своем распространении с границами т.н. «Черноземного материка» (обширного ареала Центральной России, в котором преобладают черноземовидные почвы и классический русский чернозем), куда входят прилегающие к р. Оке пойменные земли и поэтому, как полагал Ф.И. Рупрехт, они служат, как и чернозем в истинно степной зоне, превосходным субстратом для обнаруженных в среднем течении р.Оки видов «черноземной флоры».

Д.И. Литвинов (1890) выдвинул гипотезу (которую почти безоговорочно принимает большинство современных ортодоксальных флористов) о существовании в эпоху последних крупных оледенений, вдоль южных границ ледника, в частности по Оке, сосновых лесов с развитой под их разреженным пологом богатой видами степной флорой, сохранившейся до наших дней. Позднее, анализируя видовой состав флоры долины р. Оки в пределах Московской губернии, он же высказал предположение, что Окскую флору надо считать остатком (реликтом) древней доледниковой или ледниковой флоры этих мест [Литвинов, 1895].

Г.И. Танфильев (1953) нахождение на р. Оке степных растений объяснял тем, что будто бы доисторические степи прежде доходили в своем распространении на север до берегов р. Оки, где степные растения сохранились до сих пор благодаря почвам, богатым углекислой известью, тогда как южнее, по мере выщелачивания лессовых почв атмосферными водами, эти виды растений должны были исчезнуть, уступив место лесам.

В.И. Талиев (1897) считал, что современное безлесие степей – дело рук человека, распахавшего значительную часть ранее покрытой лесом территории. Он недвусмысленно высказывался о заносе степных форм на р. Оку и преимущественно человеком (семена могут распространяться птицами и другими видами мигрирующих животных – прим. авторов) в относительно недавнее, исторически обозримое время в результате хозяйственной и военной деятельности. Именно В.И. Талиев впервые и справедливо поставил вопрос о необходимости считаться с фактором человека при анализе особенностей растительного покрова местности.

В пользу заносного характера Окской флоры выступал А.Ф. Флеров (1908), придававший, вслед за В.И. Талиевым, особенное значение перевозкам в последние столетия различных товаров по воде и льду рек, в том числе сена с сенокосных угодий в селения через р. Оку.

Однако исторически документированные точки зрения В.И. Талиева и А.Ф. Флерова, – как нам кажется, очень важные и продуктивные для познания истории расселения и современного формирования растительного покрова, – были в свое время подвергнуты резкой критике со стороны довольно известных авторов (Г.И. Танфильев, Д.И. Литвинов, П.А. Смирнов и др.), отстаивавших доисторический «реликтовый» характер растительности в долине р. Оки. Использование термина «реликтовый» долгие годы придавало как бы дополнительную весомость, «академичность» любому труду в этой области. Указанные гипотезы все еще имеют распространение, поэтому им необходимо уделить внимание при дальнейшем обсуждении.

Так, взгляды Д.И. Литвинова на протяжении более полувека развивал и всегда отстаивал П.А. Смирнов, один из замечательных и старейших исследователей феномена Окской флоры, существенно пополнивший список входящих в нее ви-

дов и показавший наконец, сам того не желая, ее географическую (а, следовательно, и естественноисторическую! — авт.) гетерогенность. Он небезосновательно считал, что Среднерусская возвышенность исстари была флористически значительно богаче окружающих ее низин и является в известной степени центром, сохранившим различные по возрасту и происхождению так называемые «горные типы» растений (термин Д.И. Литвинова), приуроченные по своему изначальному местоположению (естественная экологическая ниша) к выходам известняковых горных пород, которыми изобилует возвышенность в местах ее расчленения древними водотоками. Влияние этого центра расселения растений, по П.А. Смирнову, распространяется на ряд пограничных с возвышенностью районов и, в частности, на Окскую долину в Московской области. Формирование так называемой «Окской флоры» в Московской области, по мнению ученого, теснейшим образом связано с наличием основного очага этой растительности на Среднерусской возвышенности, так как «значительная часть ее не была покрыта ледником и могла таким образом сохранить доледниковые и ледниковые типы, частью дошедшие до нас... *in situ*, частью на новых местах на прилегающих территориях, близ границы ледника, и заселенных по его отступлению» [Смирнов, 1940]. Рассматривая характерных представителей флоры в сосняках приокских террас — таких, как *Veronica incana* L. — П.А. Смирнов отмечал, что «готов признать в лице *Ver. incana* наших мест растение древнейшего ледникового типа — спутника лиственничной тайги, покрывавшей когда-то наш край, во времена, следующие непосредственно за отступлением днепровского ледника. В свиту этих спутников входили: *Carex obtusata* Liljebl., *Cardamine tenuifolia* Turcz., *Ligularia sibirica* Cass., *Draba sibirica* (Pall.) Thell., *Cortusa Matthioli* L., *Hedisarum alpinum*, и др. виды. Особые условия окской и московской долин позволили им дожить до наших дней.» [Смирнов, 1958. — С. 193].

По-видимому, согласны с этой гипотезой и авторы коллективной монографии по флоре Рязанской Мещеры [отв. ред. В.Н. Тихомиров, 1975], рассматривающие Среднерусскую возвышенность как источник, за счет которого флора этого района обогащалась лесостепными и степными элементами (видами растений — прим. авт.). При этом, однако, подчеркивается существенная роль в формировании современной флоры миграций (естественно-исторических, путем естественного постепенного расселения — прим. авт.) растений с юга по древним и современным долинам рек.

Насколько достоверно предположение, что Среднерусская возвышенность не затрагивалась деятельностью ледника? Могла ли она сохранить так называемые горные типы в ледниковый и, тем более, в позднейший, и также достаточно длительный периоды?

Данные по новейшей тектонике Русской платформы [Мещеряков, 1965], а также почвенно-биогеоценотические исследования в Окском бассейне А.Н. Тюрюканова и Т.Л. Быстрицкой (1971) свидетельствуют о том, что начало образования современных ландшафтов Русской равнины приурочено ко времени таяния ледникового покрова эпох Днепровского, Московского и Валдайского оледенений. В эти периоды на Русской равнине преобладал палеопойменный режим со своеобразным холодным гидроморфизмом почв. По существу, большая часть перигляциальной (т.е. прилегающей к леднику) области была водно-аккумулятивной равниной, наносы которой формировались широко разливавшимися палеореками послеледниковой эпохи, и Русская равнина представляла собой великую аллювиальную, точнее, палеопойменную территорию сначала тундрового (лесотундрового), а позднее — лесо-лугового характера. Дальнейшая эволюция ландшафтов определялась нарастанием теплового гидроморфизма, лесолуговым почвообразованием и переходом к режиму сухопутно-наземного существования.

Послеледниковый характер эволюции ландшафтов обусловлен понижением базисов эрозии в результате новейших тектонических движений и врезания гидро-

графической сети, общим потеплением климата по мере отступления ледника на север, нарастанием «биогенности» ландшафтов и другими событиями, начало которых следует относить ко времени прорыва Босфора, т.е. к 11–13 тыс. лет до настоящего времени. Такая схема развития ландшафтов Русской равнины не позволяет предполагать обособления Среднерусской возвышенности от остальной части равнины ни в ледниковую эпоху, ни в более поздний (но – до прорыва Босфора) периоды. Наоборот, она дает возможность полагать, что Среднерусская возвышенность возникла относительно недавно.

В свете изложенного, гипотеза о «реликтовом», доледниковом характере комплекса Окской флоры вызывает большие сомнения. Вряд ли Среднерусская возвышенность могла быть ледниковым рефугиумом современной «окской флоры». Даже если принять во внимание ее относительное богатство степными видами в настоящее время. Тем более проблематично сохранение без существенных изменений комплекса Окской флоры от доледниковой эпохи до наших дней. При попытке доказательства этого мы столкнулись бы с необходимостью объяснения сверхестественной устойчивости одного и того же растительного комплекса при различных климатах и иных естественноисторических и, тем более, разных исторических условиях (воздействие аборигенных резко различающихся цивилизаций и далеко неидентичных культур).

Если отказаться от идеи доледникового или ледникового генезисов Окской флоры, то остается исследовать возможности, которые дает теория заноса генетического материала (возникновение т.н. «адвентивной» флоры).

По А.Ф. Флерову (1908), в период весеннего половодья на р. Оке возможен занос растительных зачатков с помощью льдин, на которых за зиму скапливается значительное количество всевозможного сора, в том числе остатков растений и семян после зимней перевозки крестьянами сена и т.п. грузов, а также перенос (отрыв) растений с комом земли при движении припайных льдов и сдирания слоя почвы с растениями с берегов реки во время ледохода. При последующем таянии льдин в местах с отсутствием течения или после спада уровня паводка принесенные таким образом зачатки растений могут укореняться, а семена прорасти. Это явление, а также занос растений и их семян непосредственно водами рек, играют существенную роль в формировании береговой флоры.

Однако такому истолкованию противоречит высказывание Д.И. Литвинова, утверждавшего, что перенос водами рек «в отношении к группе степных растений едва ли имеет серьезное значение в образовании колоний их у вторых берегов (т.е. в условиях т.н. «высокой поймы», где сосредоточено большинство находок «окской флоры» – прим. авт.). Результатом такой деятельности воды должно быть большое однообразие береговой флоры реки на всем ее протяжении, чего мы, однако, не видим» [Литвинов, 1895].

Анализ южных форм, входящих в состав флоры долин рек, особенно текущих с севера на юг, из лесной зоны в зону степей, показал, что большинство этих растений каким-то образом должно было бы распространиться против течения, т.е. из районов, лежащих в низовьях рек. Если нахождение «степняков» на р. Оке в Московской области приписывают заносу их рекой с юга, от истоков, то относительно ярославских берегов р. Волги этого уже нельзя допустить, так как обнаруживаемые и там южные формы растений могли проникнуть туда только с низовьев реки.

Имея в виду длительное естественно-историческое расселение флоры в связи с отступлением края ледника, Д.И. Литвинов (1895) писал: «Оттуда же, и вообще с низовьев рек, распространились они (степные формы растений, или «горные типы» – прим. авт.) и по Окской долине». Мы полагаем, что именно так, по видимому, обстоит дело не только на Волге и Оке, но и на Вятке, Илети [Космовский, 1890], Мологе, Москве, Клязьме и др. реках Центральной России.

Объяснить этот феномен можно было бы деятельностью ветра, животных (например, птиц) и, наконец человека [Кожевников и Цингер, 1880; Талиев, 1897; Флеров, 1908; Цинзерлинг, 1932; и др.].

Однако гипотезы, использующие теорию переноса растительных зачатков или их семян на большие расстояния с дальнейшим их закреплением в конкретном месте, не были достаточно подкреплены фактическим материалом и настолько разработаны, чтобы успешно соперничать с романтической гипотезой древнего реликтового происхождения Окской флоры. К тому же основанием для утверждения «реликтовой» гипотезы послужили известная изолированность колоний окской флоры и, наряду с этим, видовое богатство («биоразнообразие»), значительная численность и, как ни странно, географическая разнородность слагающих ее элементов [Скворцов, 1969; Данилов, 1983].

Уже в прошлом веке было установлено, что наибольшим видовым богатством береговая флора р. Оки «отличается именно на московском участке, приблизительно между городами Тарусой и Коломной. Несмотря на то, что здесь Ока далее, чем в соседних губерниях, подается своим течением к северу, только на этом участке были найдены южные формы, неизвестные нигде по остальному ее течению» [Литвинов, 1895].

Характерная особенность Окской флоры — не диффузное распыление по территории (по долине р. Оки) входящих в нее южных видов (в основном представителей луговой степи черноземной области), а образование ими более или менее компактных группировок в пределах небольших локализованных участков — так называемых «степных колоний», четко приуроченных к определенным элементам долинного ландшафта: это либо выходы известняков по коренному (правому) берегу р. Оки, с дубравным лесом, либо притеррасовые участки верхней поймы и окружающие их разреженные сосняки на левобережье. При этом отдельные представители могут выходить за пределы колоний и встречаться на значительном расстоянии от основной колонии — как правило, это редкие находки, на поиски которых затрачены десятилетия [Смирнов, 1958].

Существующие очаги средоточения Окской флоры по видовому богатству можно классифицировать следующим образом [Скворцов, 1969].

Лишь два из них — в окрестностях сел Лужки, Никифорово (Серпуховский р-н Московской обл.) и Белые Колодези (Коломенский р-н Московской обл.) — можно отнести к основным, первостепенным. По мнению В.Н. Тихомирова (1969), сюда следует также включить окрестности пос. Белоомут и дер. Коробчеево.

Второстепенными очагами можно считать Тарусский (от низовьев р. Скниги до с. Велегож) и Каширский (места против сел Баскачи и Б. Кропотово, выходы известняков ниже дер. Тарбушево).

Остальные местонахождения элементов южной, степной флоры по рекам Москве, Осетру, Клязьме и др. можно бы называть третьестепенными (по видовому разнообразию и степени выраженности колоний среди аборигенной растительности).

Однако, по нашему мнению, для выяснения вопроса о путях и причинах успешного расселения «степняков» и других, экзотических для коренной зональной растительности форм, более или менее часто встречающихся в составе основных колоний Окской флоры или в их окружении, и возникновение которых в данной местности не совсем ясно, все местонахождения следует считать первостепенными, так как они трассируют основные пути миграции видов, демонстрируя оптимальные географические и экологические условия своего выживания на новом месте и ближе подвигают нас к решению загадки о происхождении феномена Окской флоры.

Наибольшую «степистость» флоры и растительности в долине средней Оки П.А. Смирнов (1925) наблюдал в степной колонии у с. Лужки Серпуховского уез-

да, в заливной части долины с рельефом из денудированных (сглаженных) послеледниковых барханов, составляющих одно целое с барханами надлуговой террасы, закрепленными сосновым бором-сосняком зеленомошным ландышевым [Костенчук, Шахова, 1979]. На этом участке (названном впоследствии Лужковской колонией Окской флоры), в так называемых «Долах», он выделил ассоциации с участием «степняков» – видов степной, преимущественно лугово-степной, флоры. В.И. Данилов (1983) выделил в Долах 139 ассоциаций степного типа, занимающих площадь 10 га или 28% всей площади урочища. К ним относятся 25 ассоциаций с эдификаторами *Prunus fruticosa*, 29 – *Festuca valesiaca*, 8 – *Stipa pennata*, 18 – *Phleum phleoides*, 20 – *Carex praecox*, 14 – *Carex obtusata* и др. Устойчивости типчаковых, перистоковыльных и других степных ассоциаций может способствовать более раннее (на 7–10 дней) наступление максимумов цветения растений, чем у соседствующих здесь же обычных луговых видов [Данилов, 1983].

Поскольку Лужковская колония в долах наиболее богата степными видами, вопрос о ее происхождении можно считать ключевым для познания проблемы окской флоры в целом.

Флоро-географический анализ степных фитоценозов по типам их ареалов, проведенный В.И. Даниловым (1983), показал, что эти растительные сообщества имеют до 84% понтийско-сарматского элемента, из которых до 18% видов имеют также распространение в Средиземноморье и Средней Европе. Последнее обстоятельство и наличие в составе флоры явных «ореофитов» – таких, как *Draba sibirica*, *Carex obtusata* почему-то заставило автора отвергнуть возможность юго-восточного пути и антропогенного характера происхождения Окской флоры, хотя первые вполне могли либо распространиться с верховьев рек бассейна верхней Оки (юго-западный занос), либо вообще все они распространились изначально на запад из Сибирских просторов – через Долы в том числе. О *Carex obtusata* Liljebl. П.А. Смирнов сообщает, что осока притупленная в Лужковской колонии «Окской флоры» «...держит себя как сухолюбивое растение, ...произрастая всегда в сопровождении степняков и будучи весьма распространенным (растением) на разнотравно-типчаковых и частью типчаковых степных лугах». Она очень обычна в узкой боровой полосе, насыщенной степняками, но уже выше линии разлива, встречаясь в мшистых и травяных борах, иногда со значительной примесью кустарников – дрока (*Genista tinctoria*), раkitника (*Citrus ruthenicus*), вишни (*Cerasus fruticosa*) и бересклета (*Euonymus verrucosa*). «Кроме Лужков, *C. obtusata* обнаружена мной в 1923 г. в Никифоровской колонии, в сходной обстановке и также в огромном количестве.... Лужковское и Никифоровское местонахождения *Carex obtusata* являются пока единственными для всей Средней России. *Carex obtusata* Liljebl. является типичным континентальным, именно, восточно-сибирским видом (выд. нами – авт.), связанным с листовничными формациями, и его можно рассматривать, наряду с *Cardamine tenuifolia* Turcz. (этот вид сердечника найден на левобережье р. Оки близ с. Тарбушево А.К. Скворцовым – прим. П.А. Смирнова) в качестве древнейшего аборигена Московской окской флоры реликта ледникового времени. Никакого отношения к черноземным степям Русской равнины это растение не имеет» [Смирнов, 1958. – С. 101–102, 148].

О незначительном возрасте «Долов» Приокско-Террасного заповедника как урочищ со степной растительностью свидетельствует почвенный профиль «днища дола» (Фридланд, 1949), а также смещение максимума особей наиболее характерных представителей степных ценопопуляций (*Stipa pennata* – ковыль перистый) на наиболее молодую генеративную группу, и, совершенно несходная со степной, смена красочных аспектов в период весеннего цветения (Данилов, 1983), что, однако, можно связать и со сравнительно более влажным и холодным климатом юга Московской области, по сравнению с Наурзумским и Центрально-Черноземным заповедниками.

В почвенном разрезе дола В.М. Фридландом была обнаружена дерновая, сильно подзолистая почва, сформировавшаяся на флювиогляциальных (водноледниковых) песчаных отложениях, погребенная современным глинистым (лесовидным) аллювием р. Оки. Мощность современного почвообразующего слоя над погребенной почвой составила 19 см. Наружный слой почвы богат гумусом, имеет тяжелосуглинистый механический состав и характеризуется зернистой и зернисто-комковатой структурой – это почвы так называемой зернистой поймы р. Оки.

В прежние (отдаленные от нас, как минимум, на сотни лет) времена здесь, судя по строению почвенного профиля, был сосновый или даже дубовый лес, вероятно, произраставший при ином режиме затопления пойменных участков («Долы» при этом не затоплялись).

По данным А.С. Керженцева и С.Н. Клеваник, степные фитоценозы (типчак-овые, перистоковыльные, вишарниковые и др.) обычно приурочены к дерновым оподзоленным супесчаным и дерновым среднесуглинистым, насыщенным основаниями почвам зернистой поймы с высоким содержанием гумуса (6–12%), преобладанием в поглощенном комплексе горизонта A_1 кальция над магнием и, реже, к более бедным незатапливаемым в настоящее время дерновоподзолистым почвам высоких песчаных гряд и останцов, образованных древнеаллювиальными отложениями пра-Оки. Местообитания степных фитоценозов в приопушечной полосе склонов долов южных экспозиций получают суммарную солнечную радиацию, соответствующую широте Курска–Воронежа. Этот повышенный радиационный баланс благоприятствует обитанию здесь степных растений [Данилов, Керженцев, Клеваник, 1981]. Повышенный уровень радиационного баланса в зонах сосняков с низкой полнотой древостоя также обеспечивает условия для произрастания ряда представителей «окской флоры» более южного происхождения [Костенчук, 1982; Костенчук, 1986 а].

Современное безлесие днищ Долов Н.А. Солнцев (1950) объяснял, во-первых, длительным застоём вешних вод, отрицательно влияющим на всхожесть семян древесных пород, и, во-вторых, традиционным периодическим (а в последние десятилетия – ежегодным) сенокосением, причем не только в целях заготовки кормов, но и для искусственного предотвращения зарастания этих участков древесно-кустарниковой растительностью. Естественному возобновлению леса в «Долах» препятствовала также распашка территории в 1920–1930-е годы под сельскохозяйственные культуры [Смирнов, 1958].

По образному выражению Н.А. Солнцева, «Долы» – это естественные отстойники мутных полых вод, и их характерным признаком является отложение исключительно мелких илистых частиц, приведшее к формированию особых почв зернистой поймы. Зная среднесуточную периодичность затопления долов вешними водами р. Оки и толщину слоя откладываемого в долах слоя ила (наилка), можно приблизительно определить период, в течение которого и сформировался верхний слой над обнаруженной здесь В.М. Фридландом погребенной почвой. Наличие этого слоя, наряду с обильным его весенним увлажнением, привело к возможности укоренения здесь богатой по видовому составу травянистой растительности, в том числе и по периферии долов.

Для расчетной оценки вероятного периода существования колонии «окской флоры» в урочище «Долы», в апреле–мае 1979 г. (в работе принимал участие И.А. Костенчук) мы произвели замеры слоя илистого осадка, поступившего на поверхность почвы во время весеннего разлива вод р. Оки. Результаты приведены в табл. 1.

Толщина выпавшего на днище дола слоя ила составила около 1 мм. Наши определения совпадают с оценками Р.А. Еленевского (1936), установившего, что ежегодная толщина наносов в центральной пойме р. Оки 5–10 мм и более; при

**Результаты определения слоя наилка в урочище «Долы»
(Приокско-Террасный государственный заповедник, 1979)**

Местоположение на заливаемом участке	Средневзвешенная (из 24 измерений) толщина слоя наилка по повторностям, мм			Среднее
	I	II	III	
Верхняя часть склона	0,18	0,22	0,16	0,22
Средняя часть склона	0,40	0,61	0,52	0,51
«Днище» дола	0,90 (1,0)	1,00 (1,0)	0,98 (1,0)	0,96

Примечание. В скобках – результат непосредственного измерения слоя ила на опавших листьях дуба (ил во влажном состоянии).

этом содержание ила в пойменных почвах 10–15%, а в долах откладываются исключительно илстые частицы.

При средней естественной периодичности затопления высокой поймы р. Оки, и, следовательно, урочища «Долы» один раз в 5–7 лет, слой илистого аллювия толщиной 19 см должен был образоваться, согласно простому арифметическому расчету, за период 950–1330 лет (при расчете не учитывали увеличение объема ила после отложения осадка за счет образования в нем порозности [Тюрюканов, 1956] и, уж во всяком случае, не более чем за 1500 лет, то есть не ранее V и, вероятно, не позднее X вв. н.э. (современная периодичность затопления высокой поймы р. Оки, в связи с искусственной регуляцией паводка, увеличилась примерно вдвое с 1969 г.). Таким образом, если наши расчеты верны, с большой долей вероятности можно утверждать, что почвенные условия для возникновения колонии «окской флоры» в районе Лужков начали формироваться уже в историческое («летописное») время, когда Серпуховский край стал интенсивно осваиваться человеком (вырубка лесов и распашка земель в долине р. Оки). О предельной давности явления – примерно 2–4 тыс. лет – можно судить по датированному археологами, также погребенному глинистым аллювием реки, культурному слою, в местах стоянок древнего человека в районе сел Лужков и Дединово.

Погребение дерново-подзолистых лесных почв под слоем современных речных отложений обнаружено нами на значительном участке долины р. Оки: в долах со степняками у с. Никифорово (Н.А. Костенчук); при впадении р. Москвы в р. Оку, по Москве и Клязьме (А.Н. Тюрюканов) и в других местах, где нами проводились почвенные исследования, что говорит об общем характере явления для бассейна р. Оки на рубеже второго тысячелетия н.э. Его можно объяснить несколькими причинами: 1) общим повышением уровня Оки – например, в результате начавшегося примерно 1,5 тыс. лет назад перехвата некоторых рек Днепровского бассейна (перехват Окой верховьев р. Жиздры с реками Ресетой, Брынью и др. притоками), которые до этого входили также в бассейн р. Десны [Коненков, 1939; Быстрицкая, Тюрюканов, 1968]; 2) повышением уровня весеннего половодья на Оке в связи с массовой вырубкой лесов и распашкой земель в Окском бассейне в историческое время, приведших к исчезновению большинства пойменных дубрав [Еленевский, 1936]; 3) изменением климатических условий; 4) широко распространенным в зоне I надпойменной террасы р. Оки активным воздействием на формирование мезо- и микрорельефа карстовых процессов [Лидов, 1949] и т.д.

Так или иначе, опустившиеся ниже уровня разлива типично подзолистые почвы в долах начали перекрываться слоем илистого наноса. Резкое внутрисезонное поднятие уровня вод р. Оки носило катастрофический характер для большинства типично лесных участков на месте теперешних «Долов»: прежний лесной по-

кров здесь так же, как и на всей пойме, исчез [Еленевский, 1936]. Периодически заиляемые карстовые поноры и понижения создали условия для наблюдаемого и поныне застаивания вешних вод в «Долах» (иногда на 2–3 недели) и, как следствие, для прекращения в этих условиях лесообразовательного процесса.

Все это заставляет думать, что своеобразные природные условия для появления луговых сообществ на участках современной поймы, носящих название «Долы», – ранее, по-видимому, покрытых лесом и незатопившихся, – возникли сравнительно недавно. Сказанное свидетельствует против гипотезы реликтового происхождения колоний степных растений в периоды послеледниковых термических максимумов и тем более в доледниковый период (т.н. «третичная флора», т.е. флора третичного периода).

На основе анализа местонахождения представителей «реликтовой» флоры Московской и сопредельных с ней областей П.А. Смирнов выявил так называемый Доно-Осетрский древний естественно-исторический (отнюдь не связанный, по представлениям ученого, с деятельностью человека – прим. авт.) «основной путь проникновения степняков» на отрезок долины р. Оки в ее широтном течении (между городами Серпухов – Коломна) и в долину р. Москвы, «сохранившийся до настоящего времени» [Смирнов, 1940; 1958].

Этот путь начинается широкой полосой от г. Богородицка Тульской обл. на западе и от г. Скопина Рязанской обл. на востоке и, сужаясь постепенно к северу на участке между городами Серебряные Пруды Московской обл. и Рязанью, продолжается затем узкой лентой по долине р. Осетр до впадения этой реки в р. Оку.

Далее «путь» разветвляется: 1) по долине р. Оки на запад, мимо городов Коломна, Кашира, Серпухов, до г. Таруса Калужской обл., захватывая при этом притоки р. Оки – Беспута, Нара, Скнига, а также Лопасня (в работе 1940 г. П.А. Смирнов указывал и р. Каширку); 2) вверх по долине р. Москвы, захватывая ее притоки (р. Пахра и др.) до г. Москвы и несколько далее вверх по течению в сторону г. Звенигорода.

Основываясь на материалах указанных работ П.А. Смирнова и других известных флористов, «путь проникновения» степняков можно продолжить следующим образом. Во-первых, по долине р. Оки от г. Коломна на восток до г. Нижний Новгород. Следует обратить внимание на «рязанский» отрезок окской долины (между городами Коломна и Рязань), где П.А. Смирновым выявлены крайне редкие южные виды травянистых растений (особенно богаты ими окрестности пос. Беломут), характерные для т.н. «Лужковской флоры» [Смирнов, 1958; Тихомиров, 1969; Конспект флоры Рязанской Мещеры, 1975]. И, во-вторых, от Москвы на восток по долине р. Клязьма до Владимирf, Ковровf и Красной Талки (по р. Талке, левому притоку р. Клязьмы).

В.Н. Тихомиров и Л.М. Князева [Тихомиров, Князева, 1973] допускают существование двух основных естественных миграционных потоков «новой» для левобережья р. Оки флоры, восточного и южного (последний соответствует Доно-Осетрскому «пути» П.А. Смирнова), за счет которых окская долина и остепненные боры всего Волжско-Окского междуречья обогащались южными формами растений. Они установили, что характерные для остепненных боров виды тяготеют к долинам р. Оки и ее притоков.

Перечислим основные факты, имеющие отношение к проблеме Окской флоры: 1) установлено, что многие раритетные формы, чаще всего южного (также юго-восточного и восточного) происхождения, входящие в состав «окской флоры», встречаются и дальше к северу, северо-востоку (в Ярославской, Владимирской, Костромской и др. областях) и к востоку (особенно в Рязанской обл.); 2) в основном, это виды луговых степей, не выходящие за пределы речной долины; 3) основные ареалы многих видов растений-иммигрантов степного характера находятся на юго-востоке (район Волгограда), востоке (Сибирь), реже на юге

(Крым, Кавказ); 4) большинство местонахождений раритетов «Окской флоры» оторвано от основных (первичных) ареалов на сотни и тысячи километров; 5) существуют основные пути проникновения неаборигенных растений «на север», т.е. в районы их новых местообитаний – Доно-Осетрский («Южный») и «Восточный»; 6) мигранты проникают по долинам рек (Оке, Осетру, Москве, Клязьме, Мологе, Волге и др., севернее границы лесостепи), нередко как бы против течения этих рек.

В наших дальнейших построениях мы исходим из этих фактов, а также из следующих двух положений: а) «окская флора» есть образование относительно молодое и б) как явление необычное, ввиду имеющейся дизъюнкции ареалов входящих в «окскую флору» элементов, оно может быть связано с реализацией какого-то нестандартного способа расселения растений.

Ниже мы рассмотрим возможность существования непосредственной связи возникновения «Окской флоры» в Подмоскowie и ее островков в сопредельных областях в лесной зоне с походами (нашествием) кочевников на Русь, постоянно повторявшимися в течение почти четырех столетий и сопряженными с перемещением огромного количества людей и синантропных («одомашненных») животных.

Из доступных нам исследований, содержащих сведения по истории татаро-монгольских завоеваний в Европе, удалось установить, что, например, *путь продвижения войск хана Батые* зимой 1237–1238 гг. [История СССР с древнейших времен, 1966; Каргалов, 1966, карты], за исключением участка Коломна-Серпухов, полностью совпадает с путем будто бы *естественного расселения растений «степняков»* [по Смирнову, 1958, рис.1]. Войско Батые составляло 120–140 тыс. всадников [Каргалов, 1967]. По военным обычаям татаро-монголов (как, впрочем и всех кочевых отрядов, отправлявшихся в новые земли на грабежи), каждый воин был обязан иметь в походе не менее двух лошадей [Литвин, 1854; Рубрук, 1911]. Если округлить численный состав войска Батые до 100 тыс. воинов, принять, что каждый воин имел только двух лошадей, и исключить из расчета тягловый скот хозяйственного обоза и угнанный скот, то и тогда общее количество лошадей составит 200 тыс. голов.

Чем же кормил Батый этот колоссальный табун? Условия местности, в которую направлялся Батый, непригодны для подножного зимнего кормления скаковых лошадей, а быть уверенным, что удастся добыть достаточное количество корма грабежом местного населения, вряд ли было можно².

Поэтому, готовясь к зимнему походу на Москву (и другие города Руси) с лета 1237 г., Батый не мог не позаботиться о заготовке для своего войска хотя бы месячного запаса фуража³.

Если за суточную норму принять 10 кг сена на одну лошадь, то месячный запас (поход Батые длился около двух месяцев) для всего войска составит не менее 60 тыс. т сена. Даже при вместимости одной подводы, грузоподъемностью, скажем, в полторы тонны, для перевозки такого количества сена необходим обоз как минимум в 40 тыс. подвод! При этом следует и все дополнительное тягловое поголовье (как минимум, по 2 головы на одну подводу) включить в число реальных «едоков» фуража.

² По приблизительным расчетам, даже годового запаса зерна в Рязани коннице Батые хватило бы лишь на трое суток. К тому же, только зерном скаковую лошадь кормить нельзя – основу питания лошадей составляет сено. Недаром Плано Карпини, разрабатывая предупредительные меры от новых завоевателей, сообщает соотечественникам следующий совет, как надо готовиться к вторжению Орды: «...сено и солому надлежит сжечь или крепко спрятать, дабы татарские лошади тем менее находили себе пищи для еды» [П.Карпини, изд. 1911. – С. 42].

³ Современные нормы предусматривают в среднем до 10 кг сена и 4–5 кг овса, не считая всевозможных питательных добавок [Справочник зоотехника. – М., 1935. Ч. 1.].

Известны места, где войско Батыея готовилось к походу на Московию с лета 1237 г. и где, следовательно, был заготовлен фураж для него: «Венгерский монах Юлиан сообщает в своих записях, что таким местом были, во-первых, южные границы Рязанского княжества и, во-вторых, окрестности г. Воронежа, возле р. Дона» [Каргалов, 1966]. Эта местность находится в пределах Среднерусского естественного ареала большинства степных видов «окской флоры». Имеется указание и на стоянку Батыея осенью 1237 г. на одном из притоков р. Суры [Карамзин, 1842], местности также богатой южными и юго-восточными видами травянистой растительности.

Движение по льду рек — характерная особенность зимних походов татаро-монгольских войск на Северо-Восточную Русь («нашествие» — в отличие от «набега»), первым из которых был поход хана Батыея [Симсон, 1880; Каргалов, 1966]. Реки зимой представляли собой удобнейший путь для массового передвижения войсковой кавалерии и гигантского обоза, следовавшего за ним. Можно предположить также, что отряды хана Батыея в зиму 1237–1238 гг. передвигались не только по р. Проне (как сообщается в летописях), но и по другим рекам — в частности, по р. Осетр, а далее — что удостоверяется документально, — по рекам Ока, Москва, Клязьма и их притокам.

...Медленно передвигавшийся обоз занимал всю ширину речного пути и тянулся на десятки километров. Ясно, что в местах стоянок после кормления лошадей и скота на снегу оставалось большое количество остатков сена с семенами растений. Семена многих растений могли сохраниться в навозе, которым, разумеется, был обильно усеян весь путь батыевых орд. Этот первоклассно «подготовленный» к новой жизни семенной материал проходил затем стратификацию под слоями снега и весной, по половодью, устремлялся с потоками вешних вод на пойменные участки, где в благоприятствующих почвенно-растительных условиях успешно прорастал и закреплялся на многие годы. Нетрудно представить себе, сколь массивным оказался засев южных форм лугово-степной растительности в поймах рек, если во время только одного нашествия по льду рек от Рязани до Владимира и других городов Руси, в желудках лошадей и на повозках «протряслось» не менее 60 тыс. т сена, заготовленного на юге Рязанского княжества, в окрестностях Воронежа и теперешней Тамбовской области.

Поэтому нам кажется совершенно естественным полагать, что в подходящих природных условиях, по лугам и борovým окраинам в долинах рек эти принесенные с обозом виды растений и даже их комплексы могли надежно закрепиться в составе растительности, проникнув затем и на более высокие участки в этих долинах и в непосредственной от них близости. Такое представление логично увязывается с тем установленным фактом [Тихомиров, Князева, 1973], что по мере удаления от рек, флора остепненных боров быстро беднеет.

В литературе, с которой нам удалось познакомиться, нет указаний на летописные свидетельства о пребывании войсковых отрядов Батыея в районе тогда еще не существовавшего г. Серпухова. Это, однако, не означает, что татаро-монголы в этом походе до тех мест не добирались: не все передвижения батыевых отрядов, надо полагать, нашли свое отражение в летописях, тем более, если они происходили в местах с отсутствием крупных поселений. Да и не в одном Батые, по видимому, дело. Его зимний поход на Московскую Русь явился лишь первым, но наиболее ярким, наиболее полно описанным эпизодом из множества экспансий татаро-монгольских и тюркоязычных полчищ за почти четырехвековой исторический период.

Тот же г. Серпухов, созданный на южной границе Московского княжества и сыгравший большую роль в защите его от более поздних татаро-монгольских и крымско-татарских набегов, дважды разорялся Золотой Ордой — войсками хана Тохтамышша (1382) и хана Едигея (1408).

Следуя нашей гипотезе, богатство Лужковской и Никифоровской колоний лугово-степной флоры ранее не свойственными окским лугам видами, «пришедшими» зачастую из забайкалья и монгольских степей, свидетельствуют о том, что именно здесь (и, как оказалось, неоднократно) бывали крупные соединения воинственных кочевников. Летописно это подтверждено установленными традиционными местами сбора и переправы через р. Оку золотоордынских и крымских полчищ перед более поздними нападениями на Серпухов и Москву [Симпсон, 1880; и др.].

Нам представляется исторически закономерным *будто бы случайное* совпадение географических точек местонахождения колоний и фрагментов дизъюнктивного ядра «окской флоры» и ее аналогов в бассейнах других рек бореального пояса с исторически подтверждаемыми трассами передвижения, местами переправ, сражений и стойбищ значительных масс кочевников, неизбежно несших с собой «генетический мусор», обогащавший местную флору и, по-видимому, фауну (насекомые, мелкие грызуны), биоценотически (трофически) связанную с растительным компонентом. Можно даже сказать, что *это явление весьма тесно связано с общим процессом аридизации современного восточно-европейского ландшафта, послужив его отправной временной точкой. Это было начало процесса превращения значительной части бореальной Европы в истинную лесостепную Евразию* — процесса, продолжающегося в наше время уже на уровне слияния (иногда — взаимодействия) культур и цивилизаций.

Местонахождение Лужковской и Никифоровской колоний «окской флоры» и их разрозненных островков совпадает с участком долины р. Оки (Таруса — Серпухов — Кашира — Коломна), где исстари постоянно (в течение нескольких веков) осуществлялись переправы воинственных представителей Дикого Поля при их набегах и нашествиях на Московское княжество. Местонахождение аналогичных вкраплений адвентивной флоры в зональное «одеяло» растительного покрова в долинах рек Москвы, Клязьмы и Волги, верховьев Дона и притока Оки — р. Осетра — тесно связано с путем передвижения войск Батые в 1238 и 1239 гг., с трассой нашествия «царя Дуденя» (1293), с местами крупных сражений и расположения станов татаро-монголов (города бывш. Московского княжества, в т.ч. Коломна, Владимир и др., долины рек Москвы, Угры, Мологи, Шексны и др.). Безусловно, свою лепту в процесс заноса южных растений на север в бассейне р. Волги внесли многовековые водные торговые пути, а рассеянию в долинах и закреплению растений в местных травянистых ценозах способствовали заготовка и перевозка сена [Флеров, 1908].

Существование большого территориального разрыва (дизъюнкция) между ареалом сплошного распространения некоторых видов растений южного и восточного происхождения и их местонахождениями в лесной зоне на р. Оке у Лужков и на реках Волге, Клязьме, Мологе и Москве [Смирнов, 1958] получает простое и естественное объяснение: они занесены сюда, — по меткому определению Л.Н. Гумилева в отношении причины, обусловившей начало объединенному передвижению монголов на Запад, — благодаря резкому изменению климата в районе Великой Монгольской Степи, и, по нашему предположению, в результате длительных, периодически повторяемых походов татаро-монгольских и вассальных азиатских племен от восточных пределов империи Чингисхана до Московской Руси.

При этом *целый ряд видов растений восточно-сибирского и монгольского ареала «переселялись» на запад постепенно, образуя все новые ценопопуляции по пути общего переселения биотических компонент и в ряде случаев меняли некоторые систематические признаки (например, цвет и размеры цветка, длина стебля и т.п.), что в более позднее время привело к отнесению ряда растений к различным видам внутри одного таксономического рода. Этим мы как бы ставим задачу будущим флористам и систематикам растений — учитывать вероятность влияния такого «географического»*

процесса на фенотипические признаки растений в результате их многовековой трансплантации на новые территории. По-видимому, должны существовать гомологические ряды таких перемещенных растений, вместе составляющих один большой «линнеевский» вид. Не случайно П.А. Смирнов был склонен выводить *Festuca sulcata* Hack. из восточно-сибирского центра расселения растения и считал этот вид континентальным, азиатским по своему происхождению, ассоциируя его по ряду признаков с *Festuca lenensis* Drob., а последний вид — с арктическим *Festuca brevifolia* R.Br. [Смирнов, 1958. — С. 90–91]. При этом видовая изменчивость ряда морфологических признаков может быть связана и с более глубокими перестройками в организмах, оторванных от основного ареала изначального распространения, т.к. известно, что изменения на хромосомном уровне (например, в связи с изменением водообеспеченности) у растений чаще всего происходят в пограничных областях ареала видов [Журавлева, 1994. — С. 147], что также может иметь место и в рассматриваемом случае с Окской флорой.

Приведем еще один пример, в котором, как нам кажется, «непонятное» находит в свете обсуждаемого вопроса вполне логичное, но неожиданное обоснование.

П.А. Смирнов [1925. — С. 114] пишет о *Salix acutifolia* Willd.: «...Произрастание «краснотала» у нас в Лужках, и притом в огромном количестве, составляет одну из южных черт нашего отрезка поймы р.Оки. Он должен быть отнесен к числу «окских элементов». В районах массового распространения — в пойме Днепра, Дона, Волги в черноземной полосе — краснотал широко используется местным населением для изготовления построек для скота, плетения корзин и проч....». Следует заметить, что краснотал встречается и по р. Клязьме, что с флористических позиций также необычно, и вызывает у современных флористов желание все объяснить в терминах теории ледниковых и пост-ледниковых реликтов [напр., Скворцов, 1969].

Вместе с тем, то, что краснотал «растет в изобилии на песчаных аллювиальных наносах в пойме р. Оки против б. погоста Спаса-Тешилова» [Смирнов, 1958. — С. 114 — выделено авт.наст.статьи], должно быть как-то связано с этим местоположением. И действительно, Спас-Тешиловское городище (близ теперешнего г. Пушкино) известно как укрепление, выполнявшее в прежние века дозорные функции на южном рубеже Московского княжества, располагаясь на высоком правом берегу р. Оки, с широким обзором, напротив традиционных мест переправы через р. Оку.

Сообщая о вооружении татаро-монголов, тайный посол Ватикана Плато Карпини в 15 веке свидетельствовал, что (обтянутый плотной кожей) «...шит у них сделан из ивовых или других прутьев» (цит. по изд.: Карпини, 1911), что из тех же прутьев они делали остовы для своих походных юрт, которые всегда возили за собой на повозках.

Приведенными историческими примерами мы хотели бы вновь, вслед за В.И. Талиевым и А.Ф. Флеровым, обратить внимание на деятельность человека как на мощный фактор в расселении растительных форм. Этот фактор не могут не учитывать ботаники при определении генезиса флор и растительности. Установленные с учетом этого фактора явления флористического и биогеоценотического порядка могут использоваться историками для подтверждения или даже установления тех или иных исторических событий и фактов, слабо подтвержденных рукописными или иными традиционными историческими свидетельствами (назовем этот метод условно «фитоцено-археологией», частью которого можно считать ставший уже традиционным дендрохронологический метод датирования исторических событий). Такой подход значительно расширит возможности исторического поиска и дешифрирования скрытых от обыденного представления «темных» мест в летописи жизнедеятельности Человечества.

Анализируя состав «окской флоры» с позиций ее антропогенного происхождения и учитывая ее длительную устойчивость в долинных ландшафтах (пойма

и первая надпойменная терраса) на отрезке широтного течения р. Оки, мы обратили внимание на то, что эти участки долины обладают обогащенными карбонатами почвами, наносами и грунтовыми водами, что сближает их с геохимическими характеристиками ландшафтов более южных широт (слабокислая до слабощелочной среда с $6,2 < \text{pH} < 7,4$ и гидрокарбонатно-кальциевый состав почвенно-грунтовых вод). *Длительной устойчивости колоний «окской флоры» способствует то, что они возникли в значительной мере вследствие антропогенной «трансплантации» фитоценозически сбалансированного и экологически устойчивого ядра «сенного» фитоценоза, с достаточно широкой амплитудой благоприятных для выживаемости видов-компонентов наиболее вероятных экологических ниш (своеобразный устойчивый тип «фитоценоза-эксплерента» — термин авт.), чего нельзя было бы достичь интродукцией отдельных видов.* По исследованиям Н.А. Журавлевой, «...в ценозе, произрастающем в более экстремальных условиях, виды приобретают более разнообразные адаптационные свойства, которые должны способствовать стабилизации физиологических процессов при резких изменениях среды и быть направлены на оптимизацию их продукционного и репродукционного процесса в конкретном сообществе» [Журавлева, 1994. — С. 36].

В связи с обсуждаемой проблемой интересно отметить экспериментальные работы Ставропольского Ботанического сада: полученные при сплошной уборке сена на эталонных целинных участках степи естественные поликомпонентные смеси семян (перемолоченная масса сена целинной степи) высеваются на рекультивируемые участки бывшей пашни, чем достигается ускоренное (3 года!), по сравнению с самозаращением контрольных участков (15–60 лет), восстановление степного комплекса [Дзыбов, 1979]. В настоящее время этот способ трансплантации фитоценозов запатентован и широко применяется в практике создания устойчивых растительных сообществ и соответствующих им биогеоценозов.

Таким образом, представление об очагах большего или меньшего скопления видов степной и лугово-степной флоры в пределах лесной зоны Окско-Волжского междуречья как о доледниковых, ледниковых или реликтах т.н. «ксеротермического» периода суббореального времени, не подтвержденное пока достоверными фактическими данными, вызывает сомнение со многих точек зрения.

С другой стороны, *многие неясные стороны проблемы «окской флоры» находят удовлетворительное объяснение при учете исторических фактов. По новейшим представлениям, Окская флора, — точнее ее лугово-степная, степная и «дальневосточная» фракции, — в значительной степени представляет собой антропогенный средневековый реликт, удачно вписавшийся в состав более бедной видами «аборигенной» флоры* [Костенчук, Тюрюканов, 1980].

То, что в составе «окской флоры» и ее аналогов в более северных частях бывш. Московского государства мы нередко находим некоторые среднеазиатские и, особенно, восточно-сибирские элементы (например, находка сибирской крупки *Draba sibirica (Pall.) Thell.* «...в большом количестве на высоких лугах по р. Москве близ Боровского кургана», со многими растениями-степняками [Смирнов, 1958. — С. 148], может быть связано с *продолжительным влиянием не только средневековых военных нашествий, но и в целом многовекового процесса Переселения Народов в регионе Великой Степи, с присущим «переселенцам» более натурализованного быта и традиционным природопользованием, неразрывно связанным с включением в обиход растительного и животного природного компонента. Подобным же образом можно объяснить кавказско- и крымско-южнорусские флористические связи и находки в региональных флорах более северных земель.*

Вместе с тем, невозможно полностью отрицать, что многие виды растений и даже их комплексы могут являться у нас памятниками древних геологических эпох. С другой стороны, долгое, — в течение, как минимум, нескольких веков, — самовоспроизводство трансплантированных в свое время остепненных фитоцено-

зов в долине р. Оки заставляет уже и их отнести к неотъемлемому элементу аборигенной растительности [Данилов, 1983]. Все сказанное заставляет признать, что Окская флора и в целом *долинные ландшафты р. Оки по способам своего формирования и происхождению являются сложной гетерогенной естественно-антропогенной системой, испытавшей длительное влияние природы и населения Великой Степи.*

Авторы глубоко признательны В.Н. Тихомирову, А.С. Керженцеву и Л.Н. Кудряшовой за ценные замечания и предложения по содержанию статьи, и нашему общему незабвенному Учителю – Николаю Владимировичу Тимофееву-Ресовскому за моральную поддержку выбранного направления исследований при его первом обсуждении в г. Обнинске с А.Н. Тюрюкановым в 1979 году.

Благодарим также высокочтимого доктора В.И. Кефели, отдающего много сил исследованию глубочайших сторон отношений Восток–Запад, за предоставленную возможность опубликовать сей труд в весьма престижном издании с целью возможной плодотворной научной дискуссии по данной проблеме.

Литература

1. Быстрицкая Т.Л., Тюрюканов А.Н. Почвы Ульяновского Ополья Калужской области // Тр. Калужск. обл. с.-х. Опытн. – Калуга, 1968. Т. 4.
2. Данилов В.И. Степные фитоценозы долины Оки в Московской области и их происхождение / Автореф. дисс. ... канд. биол. н. – М.: МГУ, 1983.
3. Данилов В.И., Керженцев А.С., Клеваник С.В. Геоботанические и почвенные исследования урочища «Долы» // Почвенно-биогеоценологические исследования Центра Русской равнины. – Пушкино: ОНТИ НЦБИ, 1981. – С. 4–37.
4. Дзыбов Л.С. Метод ускоренного воссоздания травянистых сообществ // Экспериментальная биогеоценология и агроценозы. Тез. докл. Всесоюз. совещ. – М.: Наука, 1979.
5. Еленевский Р.А. Пойма р. Оки в пределах Московской области // Уч. зап. Горьковск. ун-та. 1936. Вып. 5.
6. Журавлева Н.А. Физиология травянистого сообщества. Принципы конкуренции. – Новосибирск: Наука, 1936. – 171 с.
7. История СССР с древнейших времен. – М.: Просвещение, 1966. Т. 2.
8. Карамзин Н.М. История государства Российского. – Спб., 1842. Кн. I–III.
9. Каргалов В.В. Монголо-татарское нашествие на Русь в XIII в. – М.: Просвещение, 1966.
10. Каргалов В.В. Внешнеполитические факторы развития феодальной Руси // Феодальная Русь и кочевники. – М.: Просвещение, 1967.
11. Карпини Плано. История Монголов. – Спб., 1911.
12. Кауфман Н.Н. Московская флора. – М.: МГУ, 1866.
13. Кожевников В.А., Цингер В.Я. Очерк флоры Тульской губернии. – Спб., 1880.
14. Коненков Д.М. Геологическое строение и образование долин бассейна р. Жиздры // Тр. Воронежск. ун-та. 1939. Т. 2. Вып. 1.
15. Конспект флоры Рязанской Мещеры. Под ред. В.Н. Тихомирова. – М.: МГУ, 1975.
16. Космовский К.А. Ботанико-географический очерк западной части Пензенской губернии. – М.: Моск. ун-т., 1890.
17. Костенчук Н.А. Закономерности развития экосистем сосняков приокских террас // Дисс. на соиск. уч. степ. канд. биол. н. – М.: ВНИИприроды– ОНТИ НЦБИ, 1982.
18. Костенчук Н.А., Шахова О.В. Основные типы сосновых лесов Приокско-Террасного заповедника // Экосистемы южного Подмосковья. – М.: Наука, 1979. – С. 94–120.

19. Костенчук Н.А., Тюрюканов А.Н. Происхождение Окской флоры и биогеоценология // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1980. Т. 85. Вып. 3. — С. 123–134.
20. Костенчук Н.А. Антропотолерантность растений, происхождение флор и биогеоценология // Экологические и физиолого-биохимические аспекты антропотолерантности растений. Тез. докл. всесоюз. конф. 3–5 дек. 1986 г. — Таллин, 1986 а. — С. 27–29.
21. Костенчук Н.А. Пространственная структура лесных сообществ и «биополя» лесных экосистем в свете теории биогеоценологии. Общие проблемы биогеоценологии. Тез. докл. Втор. всесоюз. совещан. 11–13 нояб. 1986 г. — М.: ОНТИ НЦБИ, 1986 б. Т. 1. — С. 80–81.
22. Литвин Михалон. О нравах татар, ливонцев и москвитян // Архив истор.-юрид. свед. — М., 1854.
23. Литвинов Д.И. Геоботанические заметки о флоре Европейской России. — М., 1890.
24. Литвинов Д.И. Об Окской флоре в Московской губернии. — М., 1895.
25. Мещеряков Ю.А. Структурная геоморфология равнинных стран. — М.: Наука, 1965.
26. Рубрук Вильгельм. Путешествие ко двору монгольского императора. — Спб., 1911.
27. Рупрехт Ф.И. Геоботанические исследования о черноземе. — М., 1866.
28. Симсон П. История г. Серпухова в связи с Серпуховским княжеством и вообще отечественной историей. — М., 1880.
29. Скворцов А.К. О распространении элементов Окской флоры в южных районах Московской области и в соседних районах Тульской и Калужской областей // Растительность и почвы Нечерноземного центра европейской части СССР. — М., 1969.
30. Смирнов П.А. Из результатов геоботанического исследования долины р. Оки в Московской губернии в 1923–1924 гг. // Работы Окск. биол. станции. — Муром, 1925. Т. 3. Ч. 2–3.
31. Смирнов П.А. Флора и растительность Центрально-Промышленного района // Материалы к познанию фауны и флоры СССР. — М., 1940. Вып. 1 (9).
32. Смирнов П.А. Флора Приокско-Террасного государственного заповедника. (Флора Лужков) // Тр. Приокско-Террасного государственного заповедника. — М. Вып. 2.
33. Сукачев В.Н. О соотношении понятий «географический ландшафт» и «биогеоценоз» // Вопросы географии. — М., 1949. Вып. 16.
34. Сукачев В.Н. Основные понятия лесной биогеоценологии // Основы лесной биогеоценологии. — М.—Л., 1964.
35. Талиев В.И. К вопросу о реликтовой растительности ледникового периода // Тр. о-ва испыт. природы Императ. Харьковский. Ун-та. — Харьков., 1897. Т. 31.
36. Танфильев Г.И. Географические работы. — М., 1953.
37. Тимофеев-Ресовский Н.В., Тюрюканов А.Н. О биохорологических подразделениях биосферы // Пробл. приклад. экологии. — М., 1966.
38. Тихомиров В.Н. К флоре юго-восточной части Московской Мещеры // Растительность и почвы Нечерноземного центра европейской части СССР. — М. 1969.
39. Тихомиров В.Н., Князева Л.Н. О путях формирования флоры естественных бороз Мещеры // Мат-лы II совещ. по флоре и растит. Окско-Клязьминск. междуречья. Секц. ботанич. — М., 1973.
40. Тюрюканов А.Н. Пойменные почвы нижнего течения р. Москвы. — М., 1956.
41. Тюрюканов А.Н., Быстрицкая Т.Л. Ополья центральной России и их почвы. — М., 1971.
42. Флеров А.Ф. Окская флора // Тр. Спб. бот. сада. — Юрьев., 1908. Т. 27. Вып. 2.
43. Цинзерлинг Ю.Д. География растительного покрова Северо-Запада европейской части СССР // Геоморфологич. ин-та. — М., 1932. Вып. 4.

О ЧЕМ ГОВОРЯТ И МОЛЧАТ ПОЧВЫ¹

*Наука все идет, идет,
А веру все с земли сживают,
Зато так души простывают,
А многие — уж чистый лед!*

Ф. Глинка

Испокон веков поклонялся человек земле, а вернее — Почве. Ей, матушке-кормилице, посвящал он легенды и былины, ее, родимую, воспевал в поэмах и песнях. Он наделял ее плодородием, хотя плодородие — это генетическое свойство живого. Значит, почва — живое тело? И да, и нет. В 1 грамме луговой почвы живет и «трудится» до полутора миллионов клеток микроорганизмов, сотни тысяч мельчайших беспозвоночных — простейшие, ногохвостки, клещи и другие. Но в то же время по весу почва на 90 и более процентов состоит из минеральной массы, воды, гумуса и других неживых образований. Так что же такое почва? Почва — это особое естественноисторическое тело Природы, «кожа» планеты, память жизни или, выражаясь языком кибернетики, управляющая система биосферы. От отдельных организмов (живых существ) и совокупности всего живого на Земле (живого вещества) через круговороты жизни и смерти к организованности всей биосферы — таковы созидательная роль и функции почвы. Непременное условие «работы» почвы — пространственно-временная организованность ее жизни. География почв и динамика почвенных процессов, заданная суточным и годовым ритмами жизни в течение длительного времени, предстают перед нами как продукт Времени, в сравнении с которым наша жизнь — всего лишь миг. Говорят, что время — деньги, но деньги — не Время. На деньги время не купишь, разве что машинно-компьютерное.

*Река времен в своем стремленьи
Уносит все дела людей
И топит в пропасти забвенья
Народы, царства и царей.
А если что и остается
Через звуки лиры и трубы,
То вечности жерлом пожрется
И общей не уйдет судьбы!*

Но именно «река времен», по образному выражению Г.Р. Державина, создает почвы, даря их грядущим поколениям во имя жизни на Земле, с надеждой на

¹ Фрагменты из авторского введения и заключения книги «О чем говорят и молчат почвы. — М.: ВО Агропромиздат, 1990. — 224 с.

планетарный разум человечества — венца эволюции, как любит говорить человек, зараженный недугом антропоцентризма. В почве «зарыта» его совесть и его мудрость. Почва молчит, но это может быть молчание и верного друга, и грозного врага. Небрежное обращение с почвой стоило жизни целым народам. Археология и история дают этому много примеров. Эрозия почв, засоление и заболачивание — пожалуй, основные причины болезней и гибели почв, падения биопродуктивности ландшафтов и в конечном счете откочевки народов в небытие.

О судьбе почв в наши дни расскажем позже, но о мелиораторах с мощной техникой и «бульдозерным» мышлением, сдирающих «кожу» с лика Земли, следует упомянуть уже сейчас. Человек, по словам В.И. Вернадского, стал «мощной геологической силой», и горе, если эта сила, умноженная техникой и ею же ослепленная, двинется танкоподобными чудовищами на безмолвствующую почву. Почвы молчат, но почвы мстят. Иначе чем объяснить, что за последние два века вложения капитала в сельское хозяйство увеличились в тысячи раз, а урожаи — всего в 2—3 раза. Выходит, дело не в деньгах, а в чем-то другом: может быть, в дефиците разума при общении с почвой? Или в слишком слабом акценте на понятии «почва — память, почва — друг»? Техническое и химическое насилие должно уступить место разумному биосферно-биогеоценотическому отношению к ней. Если Докучаев, Измаильский, Советов, Стебут, Вавилов, Мальцев и другие наши агрономы и практики могли дружить с почвой, то почему же сейчас многие ученые предпочитают язык асфальтового наукообразия?

Сегодня много и сложно говорят о системном подходе к решениям тех или иных проблем. А ведь системный подход есть не что иное, как добрая старая мудрость: прежде чем что-то сделать, надо подумать. Не бойтесь взять это время у дела. И делу поможете, и окружающему нас миру не навредите. Человек стал умным, но еще не стал мудрым, еще не научился мыслить во времени. Какой-то шутник придумал формулу, которой можно записать наши действия: Д²ПР — давай, давай, потом разберемся. Только потом уже не разобратся — слишком велики будут завалы бездумных дел.

Поразительно мало знают люди о самом главном своем богатстве — почвах. В эпоху так называемого научно-технического прогресса под шумовые эффекты и литавры массовых средств информации заставили нас забыть о болевых нервах, которые находятся вне человеческого тела.

Социально-идеологический наркоз сделал незаметной и нечувствительной главную рану человечества — разрушенный почвенный покров — израненную «кожу» планеты. Сто лет назад великий ученый Василий Васильевич Докучаев объявил человечеству, что почва — это особое тело природы, точно так же, как растения, животные и минералы. Докучаевское генетическое почвоведение — гордость русской науки. Русские слова «чернозем», «подзол», «солонец», «солодь» знают профессионалы всего мира и ими называют свои почвы.

Мы как-то привыкли, говоря о почве, иметь в виду только сельское хозяйство, забывая, что на почвах располагаются сотни миллионов гектаров лесов, огромные массивы лугов, степей, болот и т.д. Забываем, что без почвоведения невозможно обойтись в лесоводстве, луговодстве, болотоведении, тундроведении, гигиене и санитарии, в геологии, при рекультивации земель и во многих других сферах жизни. Как не хлебом единым жив человек, так и не единому хлебу служит почва. Такое многоплановое «служение» обусловлено ее происхождением и многоплановым функционированием. Именно эта многоплановость отражает цельность, великое единство природы, тайну которого открыл Докучаев в учении о почве. Вот как охарактеризовал значение этого открытия создатель научного лесоведения и лесоводства, выдающийся русский ученый, «предтеча» биогеоценологии Георгий Федорович Морозов. Когда его избрали почетным членом Почвенного комитета при Московском обществе сельского хозяйства, он в своем благодарном

письме написал следующее: «В моей жизни учение Докучаева сыграло решающую роль и внесло в мою деятельность такую радость, такой свет и дало такое нравственное удовлетворение, что я и не представляю себе свою жизнь без основ докучаевской школы в воззрениях ее на природу. Природа сомкнулась для меня в единое целое, которое можно познать, только стоя на исследовании тех факторов, взаимодействие которых и дает этот великий синтез окружающей нас природы. Правда, дело касается преимущественно почвы, но мне кажется, что и нет в природе никакого другого тела или явления, которое бы в данное время так конкретно показало значение географического синтеза. В этом отношении не будет преувеличением думать, что докучаевское учение является гениальным дополнением к другому великому учению — учению Дарвина. Исходя из почвоведения, научившись разбираться в почвах в самой природе, я сознательно, не механически эти принципы и эти привычки перенес в другой мир — в жизнь и формы леса, отсюда — то учение о типах, в создании которого я принимаю деятельное участие. Оно возникло в среде лесоводов независимо от ботаники и делит весь лесной мир на две половины — сторонников и противников; причем для первых это — свет и истина, для вторых — мрак и заблуждение...

Докучаевское почвоведение страшно много дает натуралисту, и без знакомства с ним, мне кажется, почти невысказимо работать в области ботанической географии.

Принципы докучаевского почвоведения дают опору не только для науки, но и для преподавания, не только для теории, ищущей истины, но и для прикладных наук, имеющих целью осуществить эти истины в жизни».

Личность и труды Г.Ф. Морозова, как и его ученика Владимира Николаевича Сукачева, ждут своих летописцев и широкого признания в народе. Русский лес того требует, а с ним и лесные почвы земного шара.

Наука сама по себе интернациональна, что, однако, не исключает существования различных научных школ. Специфика русской науки, которая всегда имела мало средств, но зато немало талантов, прежде всего, состояла в том, что русские ученые со времен Петра Великого и Ломоносова описывали природные ресурсы своего отечества.

Жажда познать мир, благородная цель служения своему обществу, романтика дальних дорог и плаваний всегда были в крови русского человека, не говоря уж о профессиональных путешественниках, таких как Степан Крашенинников, Витус Беринг, Николай Михайлович Пржевальский, Василий Васильевич Докучаев... многих других. Жизнь и деятельность этих удивительных людей может и должна стать примером для нашей молодежи. К великим путешественникам следует отнести Петра I, Александра Сергеевича Пушкина и Антона Павловича Чехова, подарившего науке «Остров Сахалин».

Список специальных почвенных экспедиций тоже велик. Большой импульс подобного рода экспедиционным работам дала созданная Владимиром Ивановичем Вернадским в 1915 г. Комиссия по изучению производительных сил России. Несколько раньше, в 1908—1912 гг., развернулись большие почвенно-ботанические исследования на просторах азиатской части России, так называемые переселенческие работы, сопровождавшиеся картографированием почв — главным результатом и документом почвенных исследований.

Сейчас, когда аппараты и люди побывали на Луне, а выражение «лунный ландшафт» стало обыденным, мы по-новому вглядываемся в лик Земли. В самом деле, удивительно: геодерма, — «кожа» планеты, — особое, уникальное образование, которое, как и жизнь, есть только на Земле. Мы говорим «лунный грунт», но не говорим «лунная почва». На Луне нет жизни, нет водной и газовой оболочки, а потому нет и почвы. Мы уже с вами знаем, что в течение миллиардов лет посылаемая на Землю солнечная энергия частично перехватывается живым веществом,

переходит в энергию химических связей, создает неповторимый спектр полученных химических соединений, меняет поверхностный слой Земли, создавая ее биосферу. Биосфера охватывает толщи осадочных пород, кору выветривания, Мировой океан и всю атмосферу. Но наибольшее сгущение живого вещества в биосфере, а также интенсивный синтез и распад неисчислимого множества органических, минеральных и органоминеральных веществ совершается в почвах и в их гомологах — илах водоемов, в этих, по словам В.И. Вернадского, «областях сгущения жизни».

Когда и как возникают почвы? С чего они начинаются? Сколько времени нужно на создание почвы? Какие родственные генетические связи существуют между почвами? Можно ли управлять почвообразовательными процессами? Куда и какими темпами идет эволюция почв? И, наконец, — какова судьба человечества глазами наших почв? Все эти вопросы нелегкие. Антропоцентризм всегда мешал человеку в его взаимоотношениях с природой. Время создания почв измеряется многими человеческими поколениями, а человек, к сожалению, привык мыслить в пределах только своей собственной жизни. В этой невидимой битве несоизмеримых времен он одержал множество пирровых побед, но после каждой такой победы сам становился все беднее, оставляя потомкам огромное бремя расходов на продолжение вечногo боя. Еще в 1899 г. профессор В.В. Докучаев писал: «Как известно, в самое последнее время все более и более формируется и обособляется одна из интереснейших дисциплин в области современного естествознания (учение о биосфере в нашем понимании. — А.Т.), именно: учение о тех многосложных и многообразных соотношениях и взаимоотношениях, а равно и о законах, управляющих вековыми изменениями их, которые существуют между так называемой живой и мертвой природой, между а) поверхностными горными породами, б) пластикой земли, в) почвами, г) наземными и грунтовыми водами, д) климатом страны, е) растительными и ж) животными организмами (в том числе, и даже главным образом, низшими) и человеком — гордым венцом природы.

И эти закономерности, можно сказать, незыблемые, вековечные соотношения, находясь в основе, в корне наиболее существенных этнографических, исторических, бытовых, даже экономических, социальных и всех возможных культурных особенностей и проявлений — всегда, от века, роковым; неотразимым образом тяготели над всем человеческим миром; и поныне, как дамoclлов меч, висят над ним, связывая мнимого господина земли по рукам и ногам, несмотря ни на какие успехи цивилизации, ни на какие открытия науки и техники, ни на какие политические перевороты, катастрофы, перемены и перетасовки.

Находясь по самой сути, можно сказать, в центре всех важнейших отделов современного естествознания, каковы геология, орогидрография, климатология, ботаника, зоология и, наконец, учение о человеке в обширнейшем смысле этого слова, и, таким образом, естественно, сближая и даже связывая их, эта еще очень юная, но зато исполненная чрезвычайного, высшего научного интереса и значення дисциплина с каждым годом делает все новые и новые успехи и завоевания, с каждым днем приобретает себе все более и более деятельных, энергичных, и, главное, страстно любящих науку работников и адептов; и уже недалеко то время, когда она по праву и великому для судеб человечества значению займет вполне самостоятельное и почетное место со своими собственными, строго определенными задачами и методами, не смешиваясь ни с существующими отделами естествознания, ни, тем более, с расплывающейся во все стороны географией.

Но пока настанет это желанное для естествознания и человека время, ближе всего к упомянутому учению, составляя, может быть, главное, центральное ядро его, стоит (не обнимая, однако, его вполне), насколько мы в состоянии судить, новейшее почвоведение, понимаемое в нашем, русском смысле слова».

Сейчас уже трудно найти людей, взывающих к почве, к земле, как к матери. В нашем стремительно меняющемся мире люди забыли о «звонко звучащей тишине», а ведь род человеческий взлелеян ею. Конечно, речь идет о тишине земной, а не космической, о той тишине, которая помогала человеку подниматься до Баха и Рахманинова, Шопена и Чайковского. О тишине, в которой Терентий Семенович Мальцев слушает многозвучие дышащей плодородием почвы. Только в земной безмашинной тишине можно услышать, если есть у тебя душа, эти звуки. Почва живет. Почва дышит. В почве постоянно рождается жизнь. А жизнь — это не только питание, но и выделение. Это не только дыхание, но и отмирание. Это не только синтез, но и разложение. И все это круговертится, и все это неумолимо захватывается молодой жизнью и отзывается плодородием.

В этой книге рассказывается о почвах не в традиционном ключе учебника почвоведения, где всегда все «правильно». К сожалению, эта «правильность» со временем становится учебной формой бюрократизма, тормозит поток жизни и знания. Нами командует один полководец — Время. Он маневрирует по широкому фронту научных и практических проблем, иногда включая в «вечный бой» генетические резервы человечества в виде гениев, талантов или просто мудрых людей. Сколько веков человек пахал почву с оборотом пласта, пока Терентий Семенович Мальцев с глубоко философских позиций, основываясь на своей наблюдательности и практике, не доказал, что это деяние противно почве и природе, что не так должен общаться человек с почвой. Не насилие, а ласка — нужна почве, и тогда она ответит человеку плодородием.

Сейчас для понимания почвообразования, надо «поднять глаза к небу», в Космос. Оттуда идет поток энергии, там «решался» вопрос о создании биосферы на планете Земля — этого приемника и трансформатора солнечной энергии в энергию жизни. Итак, от биосферы — к почвам, от почв — к человечеству через Время.

* * *

Человечество переживает один из переломных этапов истории. Оно медленно осознает свое космическое одиночество. Сотни антенных устройств посылают сигналы в Космос, тщетно ожидая ответа из просторов Вселенной. Недостаточно оцененное человечеством Время заставляет людей вести себя по-иному.

Только на планете Земля есть жизнь, а о том, что «...на Марсе будут яблони цвести», поется лишь в лихой песенке. Как следствие существования жизни на планете, возникли почвы — продукт больших времен и длительных взаимодействий природных стихий. Жаль, что современное человечество так негуманно обращается с почвами и с мириадами безмолвных почвенных организмов. Трудно ответить на вопрос: почему почвы стали жертвой нашей бурной эпохи прогресса. Что случилось с людьми? Неужели антропоцентризм затмил людям глаза? Ведь не всегда люди так беспечно обращались с почвами. История земледельческих народов знает много примеров бережного, заботливого отношения к земле и ее ресурсам. Приведу несколько поразительных примеров.

Известный американский физик У.Л. Лоуренс был изрядно изумлен, когда впервые попар на коралловые островки атоллов Эниветок и Бикини, расположенных в Тихом океане, увидел высокие тенистые пальмы и аккуратно посаженные рощи кокосовых деревьев. Эти райские леса — остаток разбитых надежд созидателей Германской империи. И выросли они не на кораллах, а на прекрасном черноземе. Еще до первой мировой войны тысячи тонн этой почвы были перевезены из Шварцвальда, чтобы покрыть все коралловое основание островов. Немцы стремились превратить острова в богатые сельскохозяйственные колонии.

Райскими уголками выглядели эти островки в 1946 г., когда впервые на них попал Лоуренс. В том же году здесь были проведены испытания атомной бомбы, и на деревьях в «перевезенном Шварцвальде» появились таблички: «Не ешьте пло-

дов с деревьев, они отравлены». Почва, деревья и их плоды стали опасно радиоактивными.

Факт этот вызывает разные мысли. Нам хочется привести еще один пример, иллюстрирующий «дальновидность» политики немецко-фашистских колонизаторов.

Июнь 1941 г. Последние корабли, груженные хибинскими фосфатами, уходят из Мурманского порта в Германию. Спустя несколько часов после ухода последнего корабля 22 июня началось немецкое вторжение. «Аккуратные» грабители, охотясь на востоке, во время Великой Отечественной войны старались не только занять территории — земли, но и планомерно сдирали верхний горизонт наших черноземов, которые отправляли в Германию. Его Величество Чернозем, много повидавший на своем веку, не ожидал, что он будет оскальпирован цивилизованными варварами, пришедшими с Запада.

Раздумья о земле, о наших почвах — это лишь начальный этап нашего беспокойства. Человечеству нужна научная философия земледелия. Не исключено, что в глобальной проблеме «Биосфера и человечество» взаимоотношение человека с почвами будет главным звеном и главным критерием космической культуры человечества. Здесь есть над чем поразмыслить социологам и почвоведом, гуманитариям и технократам. Охрана биосферы, экологическая проблематика должны начинаться прежде всего с охраны и бережения почв.

Исторический оптимизм человечества основан на знании законов, направления и темпов развития биосферы и выработке соответствующей этим законам стратегии сельского хозяйства будущего. Но не хлебом единым жив человек, а потому почвы нужны человечеству и как память об истории природы и о трудах предков.

Не случайно в этой книге такое большое место уделено учению о биосфере. Имена В.В. Докучаева и В.И. Вернадского станут вечными спутниками человечества. Общее учение о биосфере — теоретический фундамент проблемы «Биосфера и человечество». Как нельзя понять почвы вне связи с общей историей биосферы, так нельзя познать эволюцию биосферы без знания законов почвообразования.

Общее учение о биосфере (биосферология) — это синтетическое учение, главная концепция науки третьего тысячелетия, глобальная мировоззренческая концепция Человечества — итог всего исторического развития его материальной и духовной культуры.

И возвращаясь к главному богатству человечества, к его прародительнице — почве и видя ее в тяжелом состоянии, хочется чтобы морской сигнал SOS — save our souls — спасите наши души зазвучал в тех же регистрах на суше — SOS — save our soils — спасите наши почвы!

ПОЧВА – ГЛОБАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (ОДА ИЛИ РЕКВИЕМ)¹

Почва, как глобальная система – продукт больших, длительных, геологических времен. Почвы не создаются за один день, год, не создаются они на фабриках и заводах.

Почва – многогранная гетерогенная система, возникающая в результате «согласованного» взаимодействия, преобразования и развития пограничной области между Космосом и планетой Земля.

Почва – это особое природное тело сложного, многофакторного происхождения, которое изучается специальным разделом естествознания – почвоведением. Как наука почвоведение возникло в России в конце XIX в. (В.В. Докучаев). Со времен В.В. Докучаева накоплен огромный научный материал по географии почв, физике и химии почв, биологии почв, показавший всю сложность жизни этого особого природного тела, к которому нельзя подходить только как к объекту земледелия, оставляя в стороне экологические, санитарные, биопродуктивные и другие аспекты планетарной жизни почв.

Ни один организм не может жить в собственных испражнениях и в трупах своих предков (метаболитов). Кто-то должен заниматься санитарией. И эту функцию выполняет мир живых и косных существ и веществ в почвах, очищая среду для будущих поколений. По-видимому, основная роль в разложении метаболитов принадлежит экзо- и эндоферментам, которые по существу являются природными катализаторами. Эта очистительно-санитарная роль почвы и ее обитателей всегда завершается «победой» жизни. В этом смысле жизнь вечна, и потому она плодородна и духовна.

Не будет почв – не будет жизни на Земле, так как организмы захлебнутся в собственных метаболитах. Жизни без почвы не бывает, равно как и почвы без живых существ. Это полуафористичное изречение привело к созданию учения о биогеоценозах (В.Н. Сукачев) как элементарных структурах биосферы.

Помимо трех основных составляющих жизнедеятельности почв: поглотительной способности, обмена космической и земной энергетикой и передачи энергии живому веществу, у почв есть еще одно качество глобального значения. Мы его назовем «духовность». Духовное начало не мгновенно, а длительно, подготовлено возрастными особенностями систем.

С одной стороны, это духовность почв как естественноисторического тела планеты. Этот вид духовности отражает большие времена природы, преобразованные в возраст самих почв (Время – космическая категория, не имеющая возрастной составляющей. У любой системы Время преломляется Возрастом.).

¹ В сокращенном виде статья была опубликована в газете «Природно-ресурсные ведомости. 2000 г.».

Другой вид духовности связан с исторической деятельностью человеческой популяции на конкретных территориях (ландшафтах). Такая деятельность обуславливала тип взаимоотношений аборигенов или пришельцев с данными конкретными почвами.

Взаимодействие этих двух видов духовности определяет систему прямых и обратных связей в процессах почвообразования. В.В. Докучаев оставил нам концепцию о факторах почвообразования, и только один фактор не был им разработан — фактор возраста почв, как отмечал его ученик, профессор Н.М. Сибирцев. Называемое нами понятие духовности проявляется в виде возраста почв.

Понятие духовности — основное понятие для определения почв. Можно сказать, что духовность почв делает почвы именно почвами, без понятия духовность — это не почвы, а земля.

Введение понятия духовности как общей категории с неизбежностью приводит нас к формулировке термина «живая почва», которая сейчас становится объектом для возрождения, то есть реставрации нарушенных почв в былое нормальное состояние. Девственность почв нам никогда не вернуть. Но разумно управлять процессом почвообразования мы обязаны не только во имя самих почв, но и во имя будущих поколений. Поэтому понятие духовности почв надо отрабатывать не только в естественнонаучной системе знаний, но и в сочетании с религиозными и психологическими категориями.

К сожалению, земледелие, несмотря на огромные капиталовложения и крестьянский труд, несет с собой как функцию биопродуктивности (мать-кормилица — земля), так и большую разрушительную роль в жизни почвенного покрова. Из-за этой разрушительной роли земледелия с его мощным агрофизическим, агрохимическим и другим прессингом у человечества, как говорится, «почва уходит из-под ног». Почвы молчат, но почвы мстят. В 1 грамме здоровой почвы содержится больше миллиона микроорганизмов, тогда как в пахотной их число уменьшается до нескольких тысяч. Причем, дело не только в изменении численности, но и в нарушении почвенного биоразнообразия, главным образом, в уменьшении или выпадении многих микробиологических комплексов, не говоря уже о комплексах беспозвоночных и даже позвоночных животных. Все эти комплексы находятся в сложной пространственно-временной взаимосвязи (организованности), создавая определенную ритмику жизни почв. Дыхание почвы сильно изменяется, равно как и ее структура, водно-физические свойства и общая устойчивость почв к внешним воздействиям. Наоборот, почва становится неустойчива к внешним влияниям, нарушается вся экологическая целостная система почв.

С наших полей и лесов следует немедленно убрать тяжелую технику и глубокую пахоту. Бесплужная пахота — детище Мальцева, Моргуна и Бараева — это стратегическое направление земледелия. Даже обыкновенную лопату при работе в огороде следует обрубать на полштыка. Необходимо вспомнить о традиционных приемах работы с почвами в каждом конкретном месте. В каждом селе и деревне всегда были свои умельцы, которые «чуяли» почву. Через это «чутье» почвы реализуется единая система — духовность почвы и духовность человека.

Представление об урожайности, выраженное в физической системе единиц (килограммы, пуды, тонны и т.д.) архаично и артефактно. Носителем биопродуктивного начала в почвах является энергетическая ценность урожая и прежде всего урожая белка. Малая белковость биопродукции, особенно на бедных и разрушенных почвах, прямо или косвенно отражается по экологическим цепям на здоровье, продуктивности и, как ни странно, на репродукции животных и человека. Численность человечества растет, а его здоровье, в целом, падает. Лекарственными препаратами здоровье всего человечества никогда не сохранить.

Природный биосинтез белка и других биологических веществ, включая ансамбли микроэлементов, исторически и генетически был и остается основным

механизмом существования живых существ. Из этого тезиса следует, что пусковым (триггерным) механизмом всего живого является почва. В этом и состоит глобально-биосферная роль почв.

Здесь к месту указать на научно некорректное архаично-бытовое понятие плодородия. Плодородие – это свойство живых организмов репродукции себе подобных (конвариантная редупликация). Более строго – понятие устойчивой биопродуктивности почв, а не понятие плодородия. Понятийный аппарат почвоведения и прикладных дисциплин ждет своего достойного философского и логического осмысления на уровне XXI в.

В.В. Докучаев называл почвоведение центральной дисциплиной естествознания как учение о взаимосвязях между живой и неживой природой. Мы можем добавить, что почва – это управляющая система всех биосферных процессов, ибо через нее и в ней совершается и осуществляется круговорот веществ и преобразование всей энергетики, поступающей на поверхность Земли.

Почвы имеют небольшую мощность, примерно 1 метр. Ниже идет материнская порода, из которой, а не на которой возникают почвы. Так возникает плодородие (из материнской породы). Разнообразие почв на планете настолько велико, что оно исчисляется сотнями и даже тысячами видов. В этой мозаике почв протекают разнообразные по характеру и интенсивности процессы, приводящие к созданию разнообразия почв, их морфологии и режимов. Считается, что к лучшим почвам по их биопродуктивности относятся русский чернозем (царь почв), венгерские пушты, американские прерии и большинство аккумулятивных почв в долинах рек. Эти почвы сформировались под травянистой растительностью с большим содержанием гумуса и других питательных веществ. Такие почвы относительно молоды.

Сейчас почвы сжимаются как «шагреновая кожа» под натиском техногенного человечества и его экологического невежества. Распашка почв тяжелыми механизмами ведет к эрозии почв. Безмерная (в ряде стран) химизация, включающая применение отравляющих веществ (пестицидов) в сельском хозяйстве, хроническая монокультура с неизбежностью ведут к деградации почв и по экологической цепочке к деградации человечества. Эти антропогенные явления в сильной степени несут печать военно-промышленной стратегии псевдоцивилизованного человечества, особенно в XX в.

Глобальная проблема биосферы и человечества сформулирована профессором Н.В. Тимофеевым-Ресовским. Немалую роль сыграли работы многих экологов и других специалистов, среди которых необходимо упомянуть крупнейших политических деятелей: Эдгара Гора, Брукланд, Ф.Т.Моргуну и других.

На пороге 3 тысячелетия научной агрономии и почвоведению в частности придется в корне пересмотреть всю «стратегию» наук, имеющих дело с почвами. Причем, не только с почвами сельскохозяйственных угодий, но и с почвами тундр, лесов, болот, долин рек и т.д. Научой сделано немало, но предстоит еще больше. Общее учение о биосфере, созданное В.И. Вернадским, определяет научный фундамент для перевода общего естествознания с его физической картиной мира в новую фазу, фазу биосферного естествознания и через него приведет человечество в ноосферное состояние с его ожидаемым разумным отношением и взаимодействием с природой в рамках глобальной проблемы биосферы и человечества.

В этом смысле почве принадлежит главная роль. Не случайно ее часто называют на международном языке геодермой, то есть кожей планеты. И, как и через кожу человека, через нее проходят все «ласки и удары» человечества.

Почвы даны всему человечеству в пожизненную аренду и человечество должно по-человечески ими распоряжаться.

Здоровые, живые почвы обеспечат нормальную жизнь будущих поколений людей.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДООХРАННОГО ПРОСВЕЩЕНИЯ В ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ МУЗЕЯХ¹

Во второй половине нашего столетия наметилось новое, весьма существенное направление развития науки и практики — охрана природы и, говоря точнее и шире, охрана исторически сложившейся целостности биосферы как природной основы и исходной предпосылки самого существования человечества.

Современное человечество оказалось под прессом так называемых глобальных проблем, каждая из которых — а тем более их тесно взаимосвязанный комплекс — свидетельствует о нарушении человечеством существующей в биосфере системы природных процессов. Поэтому в последние десятилетия более глубоко были поняты идеи академика В.И. Вернадского о ноосфере, о космической роли человечества, как новой геологической силе, определяющей дальнейшее развитие биосферы, о научной мысли как планетном явлении. Учение Вернадского о биосфере и ноосфере в современную эпоху выступает в качестве естественнонаучной основы экологического образования и воспитания, которому все большее внимание уделяется в Советском Союзе, в других странах, в международных организациях и программах.

В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О коренной перестройке дела охраны природы в стране» подчеркивается важность кардинального улучшения экологического образования и распространения знаний о природе среди широких слоев населения, воспитания у советских людей бережного и высоконравственного отношения к природе.

В этой связи следует обратить внимание на происходящее на наших глазах углубление, расширение и уточнение самого понятия «природоохранное просвещение». Понятие «охрана» предполагает организацию мероприятий с целью изолировать некоторый объект от какого-то воздействия на него. Этот смысл прямо и непосредственно содержится в понятии «охрана природы»: мы должны подумать и реализовать целую систему мероприятий, направленных на предотвращение разрушительного воздействия человечества на биосферу. Соответственно, задачей природоохранного просвещения является подготовка каждого члена общества к активному участию в системе природозащитных мероприятий. Это не простая задача. Решая ее, необходимо порой преодолевать вековые традиции, сложившиеся и в производстве, и в быту, приходится ломать прочные психологические стереотипы поведения.

И вместе с тем открываются новые рубежи природоохранного просвещения. Оно начинает приобретать новую функцию — формирование представления о биосфере как высшем этапе эволюции природы в обозримом космическом простран-

¹ Статья подготовлена в соавторстве с С.А. Ушаковым, Л.З. Леви, В.М. Федоровым.

стве, представления о научной мысли как природном (по Вернадскому) явлении, закономерно возникающем в последнюю геологическую эпоху развития биосферы и становящимся главным фактором ее последующей эволюции. С этой точки зрения нарушение целостности биосферы, допускаемое человечеством, противоречит генеральной линии развития самой природы. Как показывает практика, установление гармоничного взаимоотношения общества с природой предполагает теснейшее международное сотрудничество всех стран, сплочение человечества в единое целое на путях социального прогресса. Следовательно, перед природоохранным просвещением стоит задача добиться, чтобы представление о целостности биосферы и единстве всего человечества стало мерилom и основой понимания каждым человеком любого своего действия. Необходимо раскрыть значение научной мысли как одной из необходимых форм выявления сущности человечества и как естественную основу его взаимодействия с биосферой. Тем самым природоохранное просвещение становится важнейшим фактором активизации научной деятельности и ее соединения с наиболее актуальными проблемами современной общественно-исторической практики.

Природоохранное просвещение становится одной из важнейших форм преодоления образовавшегося разрыва между собственно научной деятельностью ученых и приобщением широких масс — через систему просвещения, с помощью учителей и профессорско-преподавательского состава вузов — к научным результатам, добытым учеными. По полноте и адекватности выполнения этой функции природоохранного просвещения с естественнонаучным музеем не может соперничать ни одно из существующих структурных подразделений науки и высшей школы. Объясняется это тем, что и в системе организации научных исследований, и в системе образования (как школьного, так и вузовского) заложено извечное противоречие. Оно заключается в том, что — с одной стороны — в процессе научного исследования и в процессе обучения необходимо вырабатывать целостное научное мировоззрение и формировать целостное представление о научной картине мира, а с другой стороны — необходимо осуществлять специализацию образования (особенно в высшей школе) и готовить специалистов для научной работы подчас в очень узких областях науки.

Естественнонаучные музеи свободны от данного противоречия. Само их возникновение связано с идеей формирования целостной картины природы. Каждый естественнонаучный музей — это своего рода университет, соединяющий в единое целое все области науки. Поэтому закономерно, что в условиях непрерывно нарастающей специализации и разветвления научных исследований и, как следствие, все более настоятельной потребности интеграции науки в единое целое, начинает заметно возрастать роль естественнонаучных музеев.

Эта идея в конце прошлого века развивалась оригинальным русским мыслителем Н.Ф. Федоровым. В специальной работе «Музей, его смысл и назначение» он рассматривал естественноисторический музей как центр, в котором концентрируются исследования, раскрывающие единство всех природных процессов и роль человека в развитии природы. «Музей Природы», писал Федоров, является уникальным учреждением, возникающим в ходе развития цивилизации, в котором в наглядной форме с использованием натуральных экспонатов представлена научная картина мира и отдельных его частей. Музей — не только хранилище собранных предметов, как не является он ни читальнею, ни зрелищем. Музей — это как бы книга, поясняемая демонстрациями наглядных предметов (физических и химических процессов, зоологических и ботанических коллекций, геологических разрезов и т.д.), «без которых непонятна книга и сами эти предметы непонятны без книги...». «Книга же эта есть история... за книгою стоит сам написавший ее, т.е. род человеческий». В Музее с помощью собранных предметов может быть «прочитана» «история знания и действия человеческого», «Всенаучный музей» есть «орган на-

уки», рассказывающий «обо всем веществе, органическом и неорганическом, растительном, животном и человеческом» таким образом, что человечество «наблюдает всю вселенную» и человека внутри нее... «Музей есть образ мира, вселенной видимой и невидимой, умершего и еще живущего, прошедшего и настоящего, произведенного слепую силою, а также искусственного, произведенного полусознательной силою народов».

Н.Ф. Федоров рассматривает естественноисторический музей как выражение представлений людей об «общем единстве» природы, как «стремление и целостности», при этом не отделяет природу от человека. Музею принадлежит особая роль как воспитательного учреждения: музей есть «собирающее научное, при коем наука не отделяет себя от нравственности...». Музей должен собирать вокруг себя учебные заведения, что само по себе имеет воспитательное значение. По отношению к низшим и средним учебным заведениям, дающим общие знания, музей является «высшим, окончательным», ибо он завершает знакомство с общей картиной мира и человеческого общества. По отношению же к специальным учебным заведениям, которые «сами по себе, в своей особенности, не могут считаться завершением низших и средних учебных заведений», естественноисторический музей является «общим», раскрывающим место изучаемой науки в общей системе знаний человечества. Таким образом, по представлениям Федорова, «Всенаучный музей», показывающий космическую картину мира и место в нем человечества, представляет собой «общее воспитательное учреждение», которое объединяет специальные учебные заведения и является «высшим относительно них». Он писал: «специалисты, сознающие свою разобщенность, при стремлении к общению, к целостности не могут быть равнодушными к положению музея. Всякая специальность имеет для себя высшее учебное заведение: почему же общее единство не имеет высшего учреждения?». Функции такого учреждения должны выполнять именно естественноисторические музеи. И в этой своей функции «музей будет действовать душеобразовательно».

По Федорову, воспитательная роль музея, как образовательного учреждения, тесно связана с тем, что музей «есть собор (собирающее) ученых; его деятельность есть исследование». «Музей становится между учеными, производящими постоянную, систематическую работу исследования, и всеми учебными заведениями; посредством их он собирает всех неученных и все младшее поколение, чтобы ввести их в область исследования, проводимого учеными. Иначе говоря, музей есть исследование, проводимое младшим поколением под руководством старшего».

«Единство знания и действия», подчеркивает Федоров, является долгом каждого естествоиспытателя. «Музей... есть учреждение историческое в смысле не только знания, но и действия... само естествознание — та же история». Знание астрономии, физики, химии неорганического и органического вещества и других естественных наук в их единстве (сюда Н.Ф. Федоров включает и знания о человеке) позволит осуществить «проект регуляции», «а человеческий род станет астрономом-регулятором, в чем и состоит его естественное значение».

На пути «самосознания и самоуправления» природой «человечество может стать братством». «Для осуществления братства нужна вся наука, т.е. организованная совокупность умственных усилий всех людей». К этим выводам и должно подвести изучение материалов естественноисторического музея. Это процесс трудный и длительный. Он должен начинаться с детского возраста и превратиться «в многолетний курс исследования».

Таким образом, обращаясь к истории, мы обнаруживаем весьма существенный и примечательный факт, заключающийся в том, что столетие тому назад возникает новое синтетическое и естественноисторическое по своей сути направление в естествознании, воплотившееся позднее в учении о биосфере, и одновременно возникает идея создания естественноисторического музея. Наиболее полно

эта тесная связь между развитием естествознания и естественноисторическими музеями проявилась в научной и практической деятельности великого русского естествоиспытателя, профессора Петербургского университета В.В. Докучаева — основателя учения о почве и учения о природных зонах.

Особый интерес для нас представляет тот факт, что развивая новую теоретическую концепцию общего естествознания, Докучаев одновременно разработал и предложил ряд организационных мер по введению синтетического естественноисторического естествознания в практику научных исследований и в практику преподавания во всех звеньях системы обучения, образования и воспитания. Так, в 1895 г. Докучаев выступил с предложением об организации кафедр почвоведения и микробиологии при русских университетах. Большое значение имеет для нас и в настоящее время выдвинутая Докучаевым программа усовершенствования сельскохозяйственного образования. Исходя из теоретического положения о зональном географическом распространении почв и о влиянии зональности природы на весь характер сельскохозяйственного труда, он говорил о том, что «все наши сельскохозяйственные учебные заведения, как высшие, так и, особенно, средние и низшие, должны быть: а) расположены зонально и б) организованы (учебные планы заведений, так называемые практические занятия учащихся, характер хозяйства, технические сельскохозяйственные производства и пр.) в теснейшей зависимости от местных физико-географических, исторических, бытовых и экономических условий, от местных сил, стихий, невзгод, нужд, естественных богатств и пр. и пр.²».

Именно в этом аспекте теснейшего соединения теоретического и организационного направлений развития науки Докучаев выступил с идеей организации естественноисторических музеев.

Докучаевская идея естественноисторических музеев ознаменовала качественно новый шаг во всей практике музейного дела. Впервые это отчетливо обнаружилось в коллекции русских почв, представленной Докучаевым на Всемирной выставке в Париже в 1889 г. Коллекция была удостоена золотой медали, а Докучаев был награжден медалью «За заслуги по земледелию». Достоинства русского почвенного отдела были отмечены крупными зарубежными специалистами.

Коллекция почв — и это следует особо подчеркнуть — выделяется из ряда различного рода коллекций. Выделяется тем, что почвы представляют собой, как говорил Докучаев, особое, естественноисторическое тело природы, образующееся в результате исторически длительного взаимодействия живого вещества с неживым. Коллекция почв поэтому может быть рассмотрена как коллекция разнообразных, зависящих от места и времени, форм (типов, систем) взаимодействия живого вещества с неживым. Почва есть тот «фрагмент» природы, по которому вполне можно судить о биосфере в ее целостности и в многообразии форм ее проявления.

Позже, следуя докучаевской идее выявления целостных фрагментов биосферы, в музеях начал организовываться показ таких целостных единиц биосферы как биогеоценоз и ландшафт. Большое значение в этом отношении имеет опыт Музея землеведения Московского университета. Экспозиция этого музея развернута на теоретической базе биосферного естествознания, причем главными опорными пунктами экспозиции являются целостные структурные единицы биосферы.

Выдвигая идею создания естественноисторических музеев, Докучаев подчеркивал, что их задачи «должны быть двух родов: 1) научные и 2) практические: те и другие могут быть решаемы только совместно и параллельно»³. По его мысли, «естественноисторические музеи должны служить основой и центром, вокруг которых затем могут группироваться чисто сельскохозяйственные, промышленные,

² Докучаев В.В. Соч. — М.: Изд-во АН СССР, 1953. Т. 7. — С. 17.

³ Там же. — С. 303.

даже этнографические и исторические музеи: как ветви общего дерева — естественной истории края⁴. Со временем, полагал Докучаев, естественноисторический музей может быть «слит с музеем экономическим, этнографическим и историческим», т.к. между ними существует самая тесная генетическая связь: местные физические и естественноисторические условия сильно влияют на характер промышленности. А эта зависимость лучше всего может быть выяснена при совместном сопоставлении коллекций по всем упомянутым отделам.

Говоря о задачах и методах природоохранной пропаганды, весьма интересно обратиться к первой программе комплексного естественноисторического музея, разработанной В.В. Докучаевым⁵ (имелись в виду местные музеи, которые сейчас называются в СССР краеведческими). Хотя эта программа была составлена почти 100 лет назад, представления Докучаева о научном и практическом значении естественноисторических музеев не потеряли своей актуальности и в наше время. Наоборот, программа Докучаева по работе музеев еще не реализована полностью.

Научные задачи музеев, замечает Докучаев, «должны состоять, с одной стороны, в изучении естественной истории губернии и, с другой — в передаче, прививке естественноисторических истин местному населению. И то и другое может быть достигнуто путем следующих работ музея:

а) почвенные, минералогические, геологические, зоологические и ботанические исследования, результаты которых, в виде полных коллекций, почв, флоры, фауны, горных пород, окаменелостей, руд, минералов, карт, планов и моделей особенно интересно интересней местностей, будут помещены в музей;

б) научная (по возможности, конечно) разработка собранных материалов: определение предметов — систематизация коллекций, производство анализов почв, воды, полезных минералов и пр. и пр.;

в) представление отчетов по экскурсиям, составление каталогов собранных коллекций и пр.;

г) ознакомление публики, наглядным путем, с предметами музея;

д) публичные чтения (в городах, на ярмарках, местных выставках и пр.), демонстрация на коллекциях музея;

е) печатание и распространение дешевых и популярных брошюр о предметах музея и вообще по естественной истории края.

Все чисто практические задачи музея было бы трудно определить; укажем здесь только на главнейшие из них:

а) разрешение разного рода вопросов, относящихся к сельскому хозяйству данной губернии: бонитировка почв, указание соответствующих для данной почвы удобрений, указание местных минеральных удобрений, дренаж полей, осушение болот, разведение лесов и тех или других культурных растений, указание на вредных и полезных насекомых, улучшенная обработка полей и пр.;

б) разрешение вопросов, относящихся к промышленности края, а отчасти и к гигиене края: исследование рудных месторождений и указание, стоит ли их разрабатывать: исследование торфяных залежей и местонахождение некоторых (полезных) горных пород, каковы алебастр, известковый камень, песчаник, чистые пески и глины, и разъяснение их пригодности для эксплуатации в смысле строительного материала при устройстве дорог и домов и для технических производств (добывание извести, гипсового цемента — кирпичное производство, стеклянные и глиняные изделия — химические производства); исследование минеральных вод, отыскание ключей и разъяснение их пригодности для того или другого употребления;

в) разрешение вопросов, имеющих отношение к народной школе: снабжение земских училищ местными естественноисторическими коллекциями, образ-

⁴ Докучаев В.В. Соч. — М.: Изд-во АН СССР, 1953. Т. 7. — С. 311.

⁵ Там же. — С. 306.

цовые экскурсии с сельскими учителями для ознакомления их с местной флорой, фауной, горными породами, почвами и пр.;

г) наконец, заведующий музеем может служить экспертом для земства в различных случаях, относящихся к вышеизложенным вопросам, например, он может разрешать спорные вопросы об оценках земель, некоторые технические вопросы при земских сооружениях и пр.».

Характеризуя в целом значение музея, Докучаев высказывает ряд очень важных для нас общих соображений. По его мнению,

«а) в музее, как в фокусе, будут сходиться самые разнородные естественно-исторические и экономические сведения о крае, а поэтому музей может служить для земства, так сказать, «справочный конторой», где оно может найти указания и советы во многих затруднительных случаях практики:

б) музей возможно широким распространением добытых результатов не может не способствовать поднятию естественноисторического образования народа, а такое образование лежит в корне улучшения экономического быта страны;

в) музей, по необходимости, войдет в сношение с различного рода учеными обществами и отдельными специалистами: он, по необходимости, будет следить за исследованием соседних губерний; музей может, наконец, служить естественноисторической станцией для других исследователей — как местных, так и иногородних; а все это, очевидно, не может не прибавить населению некоторого света и жизни»⁶.

Докучаев не ограничился лишь этими советами. Проявив незаурядную энергию и настойчивость, он создал первые в нашей стране Нижегородский и Полтавский краеведческие музеи, положившие начало сети краеведческих музеев нашей страны.

Научная и просветительская работа музеев, идущая в теснейшей связи с решением практических задач и с учетом природных особенностей и исторической культуры регионов — вот стержень докучаевской идеи естественноисторических музеев.

Научные принципы исследования природы, сформулированные В.В. Докучаевым, были положены его прямым учеником и последователем академиком В.И. Вернадским в основу учения о биосфере. Возникновение учения о биосфере ознаменовало переход от классического, аналитического к синтетическому этапу развития естествознания. Аналитический этап принес человечеству бесценные по значению и фундаментальные по характеру знания в области механики, физики, химии, геологии, биологии, географии и других естественных наук. Но к концу XIX столетия встала задача выработать целостную картину развития нашей планеты, синтезировав накопленный в различных областях естествознания многочисленный и многообразный эмпирический материал. В.В. Докучаев и В.И. Вернадский сделали самый важный шаг к научному пониманию биосферы. Они ввели в исследование биосферы новое измерение, связав процесс ее эволюции с естественноисторическим процессом становления новой природной системы «биосфера и человечество».

Биосферное естествознание — в понимании Докучаева и Вернадского, представляет собой не один из разделов естествознания или одно из его направлений и ответвлений, а выступает в качестве общего естествознания, охватывающего все существующие его отделы, дисциплины и направления и наполняющие их новым — биосферным — содержанием. Если термин «биосферное естествознание» и выражает некоторую особенность естествознания, то эта особенность заключается лишь в логике его развития и в том, что биосферное естествознание представляет собой особый, а именно современный, синтетический, этап развития общего естествознания.

⁶ Докучаев В.В. Соч. — М.: Изд-во АН СССР, 1953. Т. 7. — С. 303–305.

В учении о биосфере логика перехода от аналитического к синтетическому этапу естествознания выражена наиболее зрело. Во-первых, изучение биосферы содержит в себе, как предпосылку, требование интеграции всех областей естествознания, поскольку только таким образом можно выявить самые характерные и существенные черты биосферы как целостной геологической оболочки планеты. Во-вторых, в учении о биосфере наиболее последовательно в рамках естествознания реализуется тенденция объединения наук о природе с науками о человеке.

Мы не сможем раскрыть ни причины возникновения, ни саму сущность учения о биосфере, если абстрагируемся от исторического развития взаимодействия человечества с биосферой. Вернадский постоянно подчеркивал, что человек неотделим от биосферы, что такое отделение носило бы характер произвольной абстракции. Человек, писал он, «может мыслить и действовать в планетном аспекте только в области жизни — в биосфере, в определенной земной оболочке, с которой он неразрывно, закономерно связан и уйти из которой он не может. Его существование есть ее функция. Он несет ее с собой всюду. И он ее неизбежно, закономерно, непрерывно изменяет»⁷. Вернадский подчеркивал, что в классификации наук биосфера должна быть учтена как основной фактор⁸ и что научные представления о биосфере составляют наиболее глубокую основу логики естествознания.⁹ Биосфера, — писал он, — является основной областью научного знания, хотя мы только теперь подходим к ее научному выделению из окружающей нас реальности.¹⁰

Научная разработка проблемы «биосфера и человечество» привела к возникновению нового — биосферного класса фундаментальных наук. В этот класс наук о биосфере вошли в качестве важнейших подразделений биосферного естествознания: генетическое почвоведение — наука о следящих и управляющих системах биосферы, биогеоценология — наука о структурных подразделениях биосферы, геохимия ландшафтов — наука о геохимической динамике и потоках вещества и энергии в биосфере в ее прошлых и современной эпохах, биогеохимия — наука об интегральных геохимических эффектах деятельности живого вещества и другие науки.

Вкратце охарактеризовав историческую закономерность формирования биосферного естествознания и указав на его место и роль в современной науке, мы можем сделать вывод о том, что биосферное естествознание является методологической основой природоохранного просвещения и именно на него необходимо опираться при создании экспозиций в естественнонаучных музеях.

Поэтому экспозиции, рассказывающие например, о природе Советского Союза или о его европейской территории должны быть построены по природным зонам, как естественноисторическим образованием, характеризующим общностью основных природных процессов. В то же время в пределах зон выделяется большое разнообразие природных систем, которые могут быть рассмотрены на уровне ландшафтов различных рангов и биогеоценозов.

Ландшафтный метод показа природы края позволяет провести ландшафтное районирование экспонируемой территории, показать типичные ландшафты, вскрыть особенности переноса вещества и энергии внутри данного ландшафта и связи со смежными природными комплексами. Очень важно для понимания того,

⁷ Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Книга вторая. Научная мысль как планетное явление. — М.: Наука, 1977. — С. 32.

⁸ Там же.

⁹ Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Книга первая. Пространство и время в неживой и живой природе. — М.: Наука, 1975. — С. 70–71.

¹⁰ Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Книга вторая. Научная мысль как планетное явление. — М.: Наука, 1977. — С. 94.

как функционирует биосфера, показать жизнь элементарных экосистем — биоценозов и на натуральных объектах и научной графике вскрыть механизмы взаимосвязи живых и косных (неживых) компонентов в этих системах. Большое значение для этого имеет показ различных почв и объяснение условий их формирования, связанных с особенностями взаимодействия почвообразующих пород, водного режима, растительности и других факторов.

Таким образом, экспозиции в природоведческих музеях должны создаваться так, чтобы они рассказывали о природных системах и связях отдельных компонентов этих систем между собой. В музеях, посвященных только одному из компонентов природы (растительности, животному миру, минералам и горным породам и т.д.), наряду с систематическими коллекциями, также целесообразно показывать место данного компонента в природном комплексе. Например, при показе зоологических коллекций системный принцип может быть совмещен с показом био групп, ландшафтов так, чтобы можно было раскрыть связи животных данного вида с другими видами, растительностью, почвами и т.д. Такой комплексный метод показа способствует лучшему пониманию посетителями музея жизни природы.

Академик В.И. Вернадский показал, что развитие биосферы привело к закономерному появлению человека как носителя разума. В книге «Научная мысль как планетарное явление» он сформулировал 3 вывода о месте человека в биосфере:

1. Человек есть определенная функция биосферы, в определенном ее пространстве — времени.

2. Человек во всех его проявлениях составляет определенную, закономерную часть строения биосферы.

3. Взрыв «научной мысли» в XX столетии подготовлен всем прошлым биосферы и имеет глубочайшие корни в ее строении. Цивилизация «культурного человечества» — поскольку она является формой новой геологической силы, создавшейся в биосфере, — не может прерваться и уничтожиться, т.к. это есть большое природное явление, отвечающее исторически, вернее, геологически, сложившейся организованности биосферы.

Человеческое общество по мере своего развития все более взаимодействовало с окружающей его природой и постепенно превратилось в наиболее активную геологическую силу. Академик В.И. Вернадский назвал сферу приложения человеческого разума «ноосферой».

Он писал: «...создание ноосферы (сферы разума) из биосферы есть природное явление... Оно требует проявления человечества как единого целого. Это — новая стадия в развитии планеты, которая создает, по-существу, новое в истории Земли, а не только в истории человечества». Преобразуя лик Земли в процессе производственной деятельности, люди все более и более опираются на познанные ими законы природы. Все большее значение приобретает управление формированием природно-антропогенных ландшафтов, в которых обеспечиваются оптимальные условия для экологического благополучия человека. Именно в этом плане следует рассматривать проблему рационального использования природных ресурсов и охраны природы или в более общей постановке — проблему взаимодействия человеческого общества и природы. Поэтому в музейных экспозициях показ природных условий и ресурсов следует проводить совместно с рассмотрением того, как они используются, какие при этом возникают негативные явления и процессы, как эти экологические процессы решаются. Иными словами, в современных естественнонаучных музеях рассказ о природе непременно должен сопровождаться рассказом о производственной деятельности человека и об охране природы в данном регионе.

Таким образом, в конце XIX — начале XX в. целый ряд выдающихся русских естествоиспытателей и мыслителей сформулировали основные положения о роли и направлении деятельности естественноисторических музеев. Более того, была

создана фундаментальная по значению, логически завершенная и стройная по форме концептуально-методологическая основа работы естественноисторических музеев, в центре которой находится природоохранное просвещение в современном значении этого понятия.

Разработанные на этой основе положения о задачах и направлении деятельности естественноисторических музеев не потеряли своего значения и в настоящее время. Кратко эти положения могут быть сформулированы следующим образом:

1. Естественноисторические музеи должны объединять различные науки, начиная от изучения Космоса (астрономии) и кончая историей развития человечества и путей его воздействия на природу; природа должна быть показана в «общем единстве», в ее целостности. Музеи должны знакомить посетителей с современными представлениями о научной картине мира.

2. Изучение и показ природы и человеческого знания должны осуществляться в историческом аспекте, в единстве прошлого и настоящего, что позволит подойти к правильной оценке будущего развития природы и человеческого общества.

3. Экспозиция естественноисторического музея должна создаваться с позиций биосферного естествознания. Основой экспозиции должны быть ландшафты, биогеоценозы и другие природные системы. Научная графика должна объяснять как эти системы функционируют. Такой подход может успешно сочетаться с демонстрацией систематических коллекций.

4. Показ природы следует сопровождать рассмотрением вопросов об использовании природных ресурсов человеком, о взаимодействии человеческого общества и природы, об охране природы.

5. При проведении учебно-экскурсионной работы в музее необходимо сочетать пропаганду фундаментальных естественнонаучных знаний с конкретным фактическим материалом, отражающим экологические проблемы данного региона и представляющим особый интерес для посетителей музея.

6. Вся работа должна проводиться при совместном решении задач, определяемых познавательной и воспитательной функциями музея и должна быть направлена на то, чтобы на основе знаний о жизни природы воспитывать людей, которые бы были способны правильно управлять развитием природы.

Эти положения должны быть использованы в качестве критериев оценки роли музеев в природоохранном просвещении и при разработке методологии и методики музейного показа, методики проведения научной, учебной и просветительской работы по проблемам взаимодействия человечества с биосферой и охраны природы.

Комплексный естественноисторический музей обладает неоценимыми возможностями в создании научной картины мира, раскрытии места и роли человека в природе, в пропаганде учения Вернадского о биосфере и ноосфере, показе существа глобальных проблем современности. Все эти сложные вопросы в целом могут быть раскрыты в течение одного посещения музея, и такой комплексный показ проблем развития природы и общества имеет большое значение для формирования научного мировоззрения. Специфика музейного изучения этих вопросов такова, что позволяет наиболее эффективно организовать и активизировать чувственное восприятие, пробудить эмоции, способствующие более глубокому усвоению рассматриваемых проблем. Поэтому не случайно, что в постановлении ЦК КПСС и Совмина СССР «О коренной перестройке дела охраны природы в стране» (январь 1988 г.) в числе центров по пропаганде экологических знаний названы выставки, музеи и дома природы.

ИЗ ВОСПОМИНАНИЙ О Н.В. ТИМОФЕЕВЕ-РЕСОВСКОМ¹

«Последнее время меня занимает проблема личностей-двойников в духовной сфере, когда люди, работающие в разных областях науки и культуры поразительно похожи по масштабу личности и личной судьбе. Таковы, например, Бунин и Рахманинов, Чехов и Левитан, Н.В. Тимофеев-Ресовский и Гумилев. В последние годы жизни Льва Николаевича общение с ним поражало удивительным сходством этих двух личностей не только в духовном, но даже в физическом выражении».

Академик А.Т. Мокроносов в книге
«Н.В. Тимофеев-Ресовский на Урале» (воспоминания)

1.

Судьба меня свела с выдающимся ученым, Нобелевским лауреатом, академиком Семеновым Николаем Николаевичем. Это был замечательный человек, крупнейший ученый (зря Нобелевскую премию не дают). Одна из причин моего счастья состояла в том, что я, выходец из простой рабочей семьи, оказался любимым многими крупнейшими учеными мира. После того как я оторвался от Московского университета, я попал «в руки» великого генетика Тимофеева-Ресовского. Генетиком я не стал, но в силу врожденных моих качеств, я к нему приник, а он меня признал кем-то близким. Сейчас, спустя почти полвека, я стал кое-что понимать. Помимо моих личных качеств, о которых не мне судить, он, как и Семенов, и другие меня полюбил и был предельно искренним со мной. Я так много наслушался его громких и интимных речей, что даже иногда уставал, ибо из-за разных гостей он часто повторялся. Я продолжал бы этот рассказ и дальше, а сейчас, дабы не забыть самое главное, которое, как мне кажется, определяло любовь ко мне Николая Владимировича Тимофеева-Ресовского.

Сейчас, на пороге столетия Тимофеева-Ресовского, я неожиданно обнаружил, что он любил меня не только и не столько за мои научные и человеческие качества, о которых написал Д. Гранин в «Зубре», а неожиданно за другое. Для него я оказался двойником его сына Фомы, погибшего в Маутхаузене я как соавтор этого текста свидетельствую об удивительном сходстве Фомы Тимофеева-Ресовского и молодого Тюрюканыча. Я даже представляю, как они были абсолютно схожи в своей динамике, если они так похожи на фотографиях.

Николай Владимирович никогда не обругал меня, хотя «злил» на мое отсутствие: «где этот черт пропадает?», но когда я являлся перед ним, он всегда

¹ В сокращенном виде эти воспоминания были опубликованы в журнале «Экология и жизнь» 2001 г. под заголовком «Подвижники нужны как солнце», которую подготовила Е.Симонова.

называл меня не «чертом», а «чертушкой». С покаянием я скажу, что я, а не он, «облаял» его три или четыре раза матом, чтобы остановить его от недозволенных в «то» (советско-кегебейное) время фраз и оборотов: (он очень любил двоеточие) за ним и тогда уже тянулся длинный хвост «антисоветских» связей. Это было в Обнинске. И он сразу останавливался, говорил: «Ты что, Тюрюканов, ты что, ты что — успокойся!». Я в этот миг не ощущал своей победы над его фразами и словами, и то, что он останавливался, обращался ко мне, приводило меня не в состояние превосходства, а в состояние успокоения. Басовый голос, атакующий стиль и другие характеристики личности и психики великого глашатая науки ни разу не довели до моих ушей во всех обстоятельствах и обстановках жизни домашней и общественной. Тимофеев-Ресовский не ругался матерно. Как я сказал, этот грех был за мной и то во имя спасения от политических сентенций.

Николай Владимирович был истинно русским культурным интеллигентным человеком, который инстинктивно блестяще владел русским языком, блестяще владел всеми атрибутами русской культуры (литература, музыка и прочее), блестяще знал мировую культуру... но ушел в биологию, не стал искусствоведом. Со мной и на виду у гостей он всегда демонстрировал свое русское происхождение в шуточном, но не шутивном исполнении. Он никогда и ни перед кем в любой форме не унижался, а с гордостью, с разной интонацией говорил, что он «русский от старта до финиша». Мне и его другим ученикам удалось доказать Господу Богу, что Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский не состоялся бы без своей жены Елены Александровны (да его спасало все человечество, чего там мудрить!). И это сущая правда. Николай Владимирович обладал удивительным «чутьем» жизни. Он часто переходил любые барьеры жизни, но он был фантастическим послушником христианской церкви и своей жены (а он был честным православным христианином). Он знал много молитв и в церкви всегда подпевал. Особенностью его домашних рассказов было «хвостовство», что лучшие церковные басы готовились в его родных Масальском и Мещерском уездах Калужской губернии. И его сегодня реально можно понять, когда реально видишь собор в городе Мещерске, хотя он и в плохом состоянии. (Я поставил в конце фразы точку, потому что это самый любимый знак Тимофеева-Ресовского.) Эмоционально это был выдающийся человек. Он никогда никого не обижал, но он мучился, когда кто-то от него уходил не поняв его громкоголосия или доброго назидания. Я видел слезы у молодых девушек от общения с Николаем Владимировичем (а моя обязанность была следить за психиатрией и психикой), и как оказывалось, эти девушки были «телячьего» воспитания. Я еще раз повторяю, что Николай Владимирович никого не обижал и не оскорблял. Он мог орать, но не оскорблять.

2.

Николай Владимирович был очень любим людьми, особенно женщинами и сильными мужчинами. Как известно у нас в двадцатом столетии нормальных женщин было больше, чем сильных мужчин. Но нормальные женщины любили только сильных мужчин.

Елене Александровне было трудно удержать неуправляемого мужа, но он был верен ей, хотя о его мужских достоинствах ходили легенды. Он очень любил целоваться с мужчинами в щеки, а женщинам — ручки. В этих движениях выражалась его признательность и его уважение к людям. Я не видел за четверть века ни одного проявления его неверности к жене при огромной внешней поцелуйной бравурности. Он ее называл всегда «Лелечка», она его — «Колюшенькой». Это была пара великой человеческой чистоты с огромной психической устойчивостью.

Говорят и пишут, что он в Германии много пил. Я этому верю. Как истинно русский человек, он страдал ностальгией. Родину он любил несказанно, и каждому, приезшему из России он устраивал сердечный прием. За четверть века советской действительности, которую я с ним прожил, я не выпил ни одной с ним рюмки, хотя я пьющий человек. Что это? Судьба, наваждение или антитеза сплетне?

3.

Перед приближением советских войск в Германию Николай Владимирович особенно волновался. Он верил в победу Красной Армии, он не побежал на запад, как другие, хотя и понимал свою судьбу в СССР, что его посадят как минимум на 10 лет. Так оно и стало. Но генетически и психически Николай Владимирович принял решение быть с Родиной. И он свое отсидел сполна, от звонка до звонка.

Н.В. Тимофеев-Ресовский никогда не менял гражданства Советского Союза на германское гражданство. Елена Александровна в девичестве имела немецкую фамилию Фидлер, да и ее родной брат жил в Германии. Поэтому во времена фашистов Николая Владимировича спасало то, что он – муж немки.

Сын Тимофеевых-Ресовских Фома (настоящее имя – Дмитрий Николаевич) был членом большевистской подпольной организации в Берлине (ВКП(б)). Этот мальчишка вступил с фашистами в бой за русскую Родину! Ему шел 19-й год, когда предатели выдали Фому как связного и его посадили в берлинскую тюрьму Панкрац. По-московски, это – Лубянка, ее нижние этажи. Гестаповцы расстреляли Фому в Маутхаузене...

Психическое поведение Николая Владимировича отличалось от логического поведения толпы высочайшей алогичностью. Редчайший случай в мировой истории: не сын пошел по стопам отца – таких примеров мы знаем множество, а отец пошел по стопам сына. Его сын погиб за Россию, и отцу было стыдно не пойти по пути сына. Это парадокс русской генетики и настоящий патриотизм. Плата за это – 10 лет тюрьмы.

Елена Александровна не верила, что Фома погиб и спустя многие годы искала своего сына по всему миру. Даже я помогал ей писать эти письма. И вот что удивительно: Николай Владимирович почувствовал раньше матери, что сына нет в живых, а уже в 1944–45-х гг. Знал, что его расстреляли. Но Николай Владимирович берег свою жену и с высокой мужской этикой не говорил Елене Александровне об этом, чтобы оставить ее в вечном ожидании. Она верила ему и продолжала писать письма во все концы планеты.

За относительно короткую последующую жизнь 25–30 лет Николай Владимирович сделал больше, чем все другие за всю жизнь. Через годы, Карагандинские лагеря и Сунгульские бытия Н.В. Тимофеев-Ресовский оказался в Уральском филиале Академии Наук и развернул работу по радиационной биогеоценологии. Он не только вернулся на свою прародину (в Россию), но и создал радиационную биогеоценологию. Был бы он жив – не было бы Кыштыма и Чернобыля...

4.

В начале 70-х годов в моду вошел системный подход. Отовсюду только и слышно было: «системный подход», «системный подход – новое веяние науки». И особенно интересовались и увлекались этим молодые люди, молодые ученые.

Николая Владимировича часто приглашали читать лекции в Институт проблем управления и в другие подобные научно-исследовательские институты. Всегда его лекции проходили «на ура». Н.В. Тимофеев-Ресовский читал про свою любимую биосферу, всегда про биосферу, даже про генетику редко, хотя он был великим

генетиком. И всякий раз его лекции слушали с нескрываемым интересом и энтузиазмом, громко аплодировали, задавали много вопросов, замерев, выслушивали ответы и никак не хотели расходиться, а наоборот, окружали Николая Владимировича, продолжая беседу. И каждый раз он сам задавал кому-нибудь свой один и тот же вопрос, на который хотел получить ответ, но никто не мог на него ответить. Обычно это выглядело так: когда после лекции подходил кто-нибудь к нему с вопросами, Николай Владимирович, ответив на них, брал вопрошающего за пуговицу и спрашивал не для публичного представления, а лично для себя, интимно: «А что такое системный подход?». И тот, кого спрашивал Николай Владимирович, обычно не понимал его, считал, что он над ним надсмехается, шутит, что это несерьезно. Мог ли спрашивать серьезно о системном подходе человек, который столько знает, такой авторитет! Каждый раз попавшийся на крючок Николая Владимировича человек отшучивался и никак не отвечал на вопрос: «Ну, Николай Владимирович, вы же сами знаете». А Н.В. Тимофеев-Ресовский спрашивал искренне и хотел получить ответ. Так продолжалось какое-то количество лекций.

Однажды к нему после лекции подошел с какими-то вопросами довольно пожилой человек. Ответив на них, Николай Владимирович в свою очередь задал свой вопрос: «Что же такое системный подход?». Пожилой научный сотрудник опешил: «Как же, Николай Владимирович, вы же знаете!». — «Нет, не знаю, — возразил Тимофеев-Ресовский. — Подскажите!». Пожилой человек к недоумению замешкался. Тогда Николай Владимирович спросил его: «А какого вы года издания?». Так, шутя, он узнавал о возрасте собеседника. Этот научный сотрудник был примерно 1902 года рождения, то есть почти что ровесник Н.В. Тимофеева-Ресовского. И тогда вдруг этот человек спрашивает: «Николай Владимирович, вы учились в гимназии по такому-то учебнику?» — и называет название книги. — «Да, — подтвердил Тимофеев-Ресовский, — и я по нему в гимназии учился». — «А помните, там на одной из первых страниц написано, что системный подход — это когда прежде, чем что-то делать, надо подумать!» Такие слова были написаны в учебнике для гимназии начала 20 века!

Получается, что модный в начале 70-х годов системный подход, который считался новым веянием науки, смог объяснить только гимназический учебник начала нашего столетия и никто из тех, кто этим занимался и у кого Николай Владимирович спрашивал.

Ведь системный подход — как музыка: он воздействует без слов. Иногда слушаешь музыку, а на глазах слезы. Рахманинов, например, это не техника игры на фортепиано, это чувство, воздействие, основа. Так же и системный подход.

5.

«Фашисты едут в Москву», — так говорили о приезде Н.В. Тимофеева-Ресовского с Урала лысенковские партийцы. По этому поводу даже собрали тайный комитет при ЦК партии, то ли из 5, то ли из 10 человек. Среди них был Кочергин Иван Георгиевич, известный хирург, который во время войны придумал новое аммиачно-спиртовое мытье рук. Да и сейчас студенты-медики знают реакцию Спасокукотского-Кочергина (касается мытья рук). И.Г. Кочергин пресек все партийные атаки, вызванные нежеланием пускать в Москву Тимофеева-Ресовского, тем, что сказал, а он был бессменным заместителем министра Здравоохранения, что берет Николая Владимировича в свое ведомство. Ему пришлось дать клятву за Тимофеева-Ресовского.

А вечером я пришел к нему, он ведь мой дядька. «Дядя Ваня!, — приветствовал я его и рассказал о своем учителе. Оказалось, что именно сегодня он дал за него клятву, не зная вообще, кто это. «Ну, спасибо тебе, — сказал Иван Георгиевич, — ты снял с меня пелену. Теперь я спокоен. Слава Богу!» (опять синхронность).

6.

В 1965 г. исполнилось 100 лет со дня рождения основателя современной генетики Грегора Менделя. Естественно, к этой дате были организованы большие международные торжества в городе Брно (Чехословакия). Оргкомитет разослал большое количество приглашений, в том числе и в Советский Союз. Такое приглашение получил Николай Владимирович с супругой. Со святой наивностью они стали готовиться к этой торжественной поездке. Елена Александровна сшила даже два новых платья. Николай Владимирович, как всегда, был скромен в одежде и осторожно выжидателен к развитию событий. Он-то хорошо знал и чувствовал, особенно после тюрем, дыхание единой (КГБ и Гестапо) системы. Гестапо уже не было, а наши славные чекисты боялись, что он останется за границей и убежит дальше. Нашим бы чекистам пожелать быть такими однозначными гражданами (патриотами) России, как Тимофеевы-Ресовские! Для Николая Владимировича не было более дорогого, чем родная «Калуцкая» губерния с ее березами вдоль дорог, которые посадила еще матушка Екатерина II. Она приказала сажать вдоль дорог березы, чтобы путник ночью или в метель не сбился бы с главной дороги. Мышление Тимофеевых-Ресовских и наших преданных чекистов было диаметрально противоположным: последние думали о возможном побеге, а Николай Владимирович — о своей любимой Родине и никогда не имел даже мысли покинуть ее, свою любимую, долгожданную и по зову предков ему принадлежащую отчизну.

Уже все сотрудники получили вызов в Чехословакию кроме Тимофеевых-Ресовских. Это была мощная психологическая игра, где Николаю Владимировичу и Елене Александровне морочили голову. От общения в то время с чекистами (за скромными выпивками) я понял, что Тимофеевых-Ресовских за границу не пустят. И тогда я придумал новые правила игры. Судьба мне их удачливо представила: в это время исполнялось 10 лет созданной Николаем Владимировичем биофизической лаборатории на Урале в Миассово. Я придумал реализовать идею поехать Тимофеевым-Ресовским на юбилей этой лаборатории. Я говорил следующее: «Николай Владимирович, зачем вам ехать в Чехословакию? Чего вы не видали в Европе? А тут — 10-летие вашего ребенка, вашей лаборатории. На мой взгляд, надо ехать на Урал, где со своими сотрудниками можно отметить великое десятилетие радиационной биогенетики!»

Николай Владимирович от моих многократно повторенных слов становился все задумчивей и задумчивей. Время шло, счет шел на часы. И тогда вдруг Николай Владимирович встрепенулся и достаточно резким голосом с оттенками, понятными только его жене, произнес: «Лелечка! А Тюрюканыч-то прав! Действительно, что мы с тобой не видали в Европе? А вот наша-то миассовская лаборатория — действительно наше дитя!»

Слегка растерянная Елена Александровна, почувствовавшая психически внутренний настрой Колюши, робко сказала: «Ну, как ты считаешь...» — «Лелечка, дай Тюрюкану деньги на билеты до Челябинки (Челябинска). И на телеграмму Куликову, что мы летим!» Елена Александровна покорно отсчитала мне деньги. Билеты я купил и вместо запада Тимофеевы-Ресовские полетели на восток, на Урал. В полете все было нормально, а в аэропорту нас встретила машина. Мы прилетели в глубинку уральской России вовремя. Николай Васильевич Куликов организовал встречу, и все были потрясены, что к ним прилетели Николай Владимирович с Еленой Александровной (из сопровождавших был кроме меня Н.В. Готов).

И грянули танцы, песни пляски, все были на высоте своих генетических возможностей: творился невероятный праздник. Как всегда, заводилой был Николай Владимирович. К 4 утра все уgomонились. Не знаю, почему я проснулся в 7 часов 40 минут, немножко поворочался и включил радио. И вдруг в 8-часовых «известиях» говорят: «... В Брно состоялась конференция, посвященная 100-летию

великого ученого Грегора Менделя. На этом всемирном форуме золотыми медалями Грегора Менделя были награждены из советских ученых Б.Л. Астауров, Н.П. Дубинин и Н.В. Тимофеев-Ресовский».

Нервы мои не выдержали: я вскочил, схватил железный лом и бросился к пожарному рельсу. Я устроил такой звон, как на пожаре. Все прибежали, включая Николая Владимировича: он любил острые ситуации. — «Что случилось? Что случилось?» — А я размахиваю ломом, успел только крикнуть, что Николаю Владимировичу присуждена золотая менделевская медаль. Все обрадовались, восхищались, поздравляли. Николай Владимирович плохо соображал. Взбадривая его, я сказал: «Николай Владимирович, теперь вы убедились, что земля — круглая? Зачем ехать на запад, когда мы и с востока получили золотую медаль!». Николай Владимирович был приторможен и больше получаса с ним было трудно говорить, а потом, возвращаясь к своему постоянному юмору, произнес: «Лелечка! А ведь Тюрюкан был прав, что земля — круглая!».

Так я стал очередным Коперником, Галилеем и слава Богу не сожженным Джордано Бруно. Я сознательно подробно описал этот эпизод, чтобы рассказать еще об одном эпизоде, бывшем раньше: как я через горы и перевалы в своем не первой свежести рюкзаке доставил в Миассово медаль-планкету о награждении Н.В. Тимофеева-Ресовского к 100-летию выхода великого творения Чарльза Дарвина «Происхождение видов...». Это тоже были приключения, в основном, с политическим оттенком.

В 1959 году, как известно всему миру было 100-летие дарвиновской монографии «О происхождении видов путем естественного отбора...». Германская академия Леопольдина, в числе других выдающихся дарвинистов планеты, присудила свою награду (медаль-планкету) Н.В. Тимофееву-Ресовскому и с чистой совестью направила ее в СССР в Академию Наук для награждения ею Николая Владимировича.

Никто из нас не знал этого акта, однако, медаль-то надо вручать адресату! Ни один из чиновников не решался соприкоснуться с «прокаженным» ученым, вся советская система способствовала чиновничьему футболу и медаль в конце концов оказалась в Екатеринбурге, где ее с оглядкой «сбагрили» сыну Тимофеева-Ресовского — Андрею. И тут подвернулся я проездом через Свердловск в Миассово. Поскольку я был молодым и размагниченным от социальной системы, я положил эту медаль-планкету в рюкзак и отправился через Челябинск, Миасс и горные перевалы в Миассово.

Там в это время находился профессор-математик, основатель кибернетики, Алексей Андреевич Ляпунов. Я шепнул ему, что у меня в рюкзаке награда для Николая Владимировича. Я не ожидал, что Алексей Андреевич оказался таким импульсивным человеком! Он схватил лом и стал звонить в барабанный колокол-рельс. Когда все сбежались, Алексей Андреевич объявил, что Николай Владимирович награжден большой дарвиновской медалью академии Леопольдина. По этому случаю устроили большой праздник!

Так, через горы и расстояния, пришли к Николаю Владимировичу заслуженные за науку награды. Это были награды великому русскому ученому, и вы сами видите, как трудно они к нему дошли.

7.

Часто говорят, что генетический талант Н.В. Тимофеева-Ресовского связан с его родословной от Рюриковичей. Все это так, но между Рюриковичами и нашим временем прошли десятки скрещиваний и бесконечная комбинаторика родов, семей и прочих природных игр. Талант Николая Владимировича неоспорим, но как-то незаметно в тень ушла одна его интересная черта. Он чувал, что важно у кого

учиться, а не важно, где учиться. И так, Н.В. Тимофеев-Ресовский считал себя учеником Н.К. Кольцова. Безусловно, это был гигант всех активных добродетелей русского человека. Но мало кто знает, что двоюродный брат Н.К. Кольцова, Владимир Васильевич Алехин, был создателем кафедры геоботаники в Московском университете, а его родной брат — Василий Васильевич Алехин был чемпионом мира по шахматам. Вот в таком мощном интеллектуальном гнезде русского дворянства Николай Владимирович получил истинное высшее образование. Как говорится, он «чуял правду». Взаимоотношения Н.К. Кольцова и Н.В. Тимофеева-Ресовского были взаимно благодарны. Не случайно Н.К. Кольцов спас Николая Владимировича от расстрельного 1937 года.

В назидание молодому поколению следует затвердить: неважно — где учиться, важно — у кого учиться. Н.В. Тимофеев-Ресовский и его брат В.В. Тимофеев, знаменитый соболятник, практически, нигде не учились, то есть не имели дипломов. А вошли в историю науки. Миллионы дипломов о высшем образовании были розданы в советское время, но они не были подкреплены достойными знаниями. Более полумиллиона кандидатов наук, более 120 тыс. докторов наук. У всех у них соответствующие дипломы, в просторечии — «корочки». Но на горизонте и поныне не видно ни В.М. Вернадского, ни В.Н. Сукачева, ни других мудрых ученых. А сейчас большинство людей с «корочками» поняли, что это были зря прожитые годы и в погоне за высшими знаниями они оказались в черной дыре советской безработицы. В этом внешне безобидном явлении мы видим грандиозный обман государством своих поданных. Сейчас, когда много специалистов уезжает работать за границу, они сталкиваются с таким тестированием, которое нам и не снилось. Наш экзаменационный билет всегда и везде включал три вопроса. Тестирование наших сограждан в США и Израиле (медицина) достигает 1200 вопросов. И, конечно, наши соотечественники там безнадежно проигрывают. Стандартный вопрос наших отделов кадров: «А корочки есть?» — не обязывал проверять истинные знания. А о значении партийных билетов и говорить не приходится: на юридические факультеты принимали только коммунистов. Вот мы и получили таких героев перестройки как комбайнер М.С. Горбачев, А.И. Лукьянов, Б.Н. Ельцин и тысячи других.

Таким образом, мы пришли к печальному выводу: одно из самых узких мест жизни России — это разрушение исторически сложившейся системы образования (реальные училища, гимназии и пр.). Старая система образования была разрушена, а новой — не создано. Перегрузки на учащихся и поныне столь велики, что по окончании школы или вуза большинство страдает психическими расстройствами, вплоть до женского бесплодия. А еще хотят ввести 12-й класс! Мы получим армию сумасшедших (неврастеников, шизиков и пр.). Об укреплении семей вообще ничего не думают! Грамотность у нас есть, хоть и пишем без запятых, а образования и образованности — нет и в помине!

Н.В. Тимофеев-Ресовский. Л.Н. Гумилев, как и многие другие русские интеллигенты, не были допущены к чтению систем университетских курсов. И поныне в наших университетах с «гордостью» преподают доценты и профессора с полувековым и более стажем: я сам видел, как в Институте землеустройства профессор читал полвека лекции по одним тем же графикам, например, «Прозрачность воздуха в Швейцарских Альпах в 1910 году».

Горе нашего образования — общенациональное горе России. Я окончил Московский университет с отличием в знаменитые лысенковские времена. Мне эти «знания» в жизни не пригодились и если бы не Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский, я был бы и поныне: с дипломами, но без знаний.

О ПУШКИНЕ¹ (об интуитивном методе познания)

Импринтинг – не раздражай его без нужды.

1.

У нас укоренилось мнение, что любое талантливое творение должно быть непротиворечиво, логически связано с предшествующими работами науки и интеллекта. Но логичность не может быть единственной формой мышления. Иная форма мышления определяется генетической природой конкретных людей, и более часто приводит к научным интеллектуальным открытиям. Познавательные свойства чувств и прочего «угадывания» не менее доказательны чем логичность.

С точки зрения научных приоритетов на первое место выходит, по нашему мнению, интуиция, как высшая форма доказательства бытия или явления, ведущая, как правило, к научным открытиям, а логика лишь закрепляет эти открытия. Интуиция и логика комплементарны друг другу. Ученые, которые отказываются от значимости собственной интуиции, попадают в сети логики, классическими примерами которой являются наши диссертации. Сейчас в нашей науке больше 500 000 кандидатов наук и более 100 000 докторов наук, вместо одной академии докатились до 70, и все это во вред: на горизонте не видно ни В.В. Докучаева, ни В.И. Вернадского, ни А.Л. Чижевского. Они заглушены сильнейшими шумами огромной номенклатурной рати, пришедшей в науку в последние десятилетия по конъюнктурным причинам. Основная масса таких ученых, как правило, ничего не умеет научно делать и тем более научно думать.

Интуитивный тип мышления возникает от таких удивительных явлений как любовь, мечта и другие алогичные проявления человеческого гено типа. Люди, к сожалению, несчастны тем, что часто не могут найти применение своему врожденному призванию, и потому «...счастье для всякого неодинаково, надо ж понимать...»: потенциальный архитектор оказывается технарем, потенциальный художник уходит в сельское хозяйство и т.д. Но это уже относится к проблеме личности.

Интуиция – это, как правило, одиночное проникновение и оценка того или иного события, тогда как логика возникает при значительном тиражировании событий, вещей, деталей. Как производные от логики возникают стандартизация и нормативы во всех их аспектах, тогда как интуиция – явление глубоко индивидуальное и свойственно неповторимым талантливым людям.

Таким был А.С. Пушкин и другие гении русской и мировой культуры. Он активно и глубоко доверял своим чувствам, интуиции, и в большинстве случаев, особенно в поэзии, шел интуитивным, алогичным путем.

2.

Меня потрясает Пушкинское видение природы России. Особенно его рассказ «Буря в степи» в «Капитанской дочке». Это, пожалуй, высшее эмоциональное воспроизведение писателем реального бурана в степи, который он пережил, что еще раз показывает и ныне еще не понятый у Пушкина психический уровень восприятия природы, то есть созвучия.

Пушкин был Патрицем или даже Императором биосферы, но добрым, вечным, который кричал: «Восстаньте, падшие рабы!». Это не воззвание к коммунизму, это воззвание к ресурсам души, тела и мечты.

3.

Много написано о том, что Александр Сергеевич скучал в ссылке в Михайловском и потому ходил в Тригорское. Думается, что это второстепенный мотив. Главная же нота состояла в том, что дорога в 7 верст давала ему возможность думать, размышлять. В этом смысле дорога между Михайловским и Тригорским была его творческой лабораторией, его кабинетом, равно как и его хождение из Михайловского в Святые горы на ярмарку. Если к этому добавить далекие путешествия (Молдавия, Кавказ, Черноморское побережье с Раевскими, Оренбург и т.д.), то можно представить, как он создавал себе и пользовался творческой лабораторией.

В этом смысле он продолжил «гоночную» традицию своего любимого царя Петра I (основание Петербурга, Воронеж, Азов, Архангельск, Бессарабия, Дербент и т.д.). Как говорится, Петр! бросил вызов России. Она ответила ему Пушкиным.

Деяния этих двух величайших людей основаны на активных путешествиях, зимой и летом, по огромным просторам России. Как писал Александр Сергеевич:

*«Долго ль мне гулять на свете
То в коляске, то верхом,
То в кибитке, то в карете,
То в телеге, то пешком?..»*

Впоследствии эта традиция активных путешествий была продолжена великим А.П. Чеховым (остров Сахалин). Создается впечатление, что выдающиеся творцы возникают лишь при обязательном условии — пропускании через свои легкие тонн кислорода своей Родины и созерцании ее ландшафтов. Путешествия вырабатывали именно историко-географическую позицию, свое, особое видение мира.

На это пушкинисты не обращают внимания. Сказывается асфальтовый импринтинг: запечатление окружающего мира в момент рождения и раннего детства в городских условиях, не путешествуя по миру. Отсюда и знаменитое выражение: «ленивы мы и не любопытны».

Импринтинг — категория генетическая, а точнее — фенетическая. Большинству людей не свойственно рваться в дорогу. Это касается практически разных генотипов людей, особенно прижавшихся к городам. При таком историко-географическом ракурсе дорожного видения А.С. Пушкина становятся понятны истинные побуждения и механизмы его творчества.

4.

Особо следует сделать акцент на доминанте русского типа мышления — историко-географическом. В первую очередь здесь надо помянуть крупнейших

естествоиспытателей России – В.В. Докучаева, В.И. Вернадского и их учеников и последователей. К сожалению, де-факто состоялся разрыв между категорией великих путешественников-писателей (гуманитариев) и естествоиспытателями. Их историко-географическое концептуальное единение не привело бы в наши дни к падению образовательного уровня в наших университетах. Историко-географический тип мышления (естественно-исторический) составляет по словам В.В. Докучаева «...истинную прелесть естествознания», а по Н.В. Тимофееву-Ресовскому «...проблему биосферы и человечества». Это желаемое единение согласуется со знаменитой расхожей фразой: «Новое – это хорошо забытое старое».

5.

Очень много говорят о Пушкинской семейной трагедии. Естественно, я читал старые и новые книги о нем, и также естественно, не все. У меня – своя версия.

Начало трагедии произошло задолго до ее развязки. Отправляя в Петербург своих дочерей (или внучек), Гончаров подарил им либо деньги, либо самих коней, чтобы они в столице выглядели достойными великосветскими барышнями. Приобретенные лошади были высшего класса и для должного ухода, их поместили в конюшнях кавалергардского полка. Кавалергарды так сроднились со своими жеребцами, что это превратилось в психосоматический культ: всадника без коня не бывает. И вдруг в конюшнях объявились три красивых скакуна и три красивых амазонки. Кавалергарды каждодневно были раздражены и прекрасными чужими лошадьми, и еще более прекрасными амазонками. Началось мужское влечение. Не к коням, а к калужским девушкам. Это продолжалось день за днем. Какое сердце кавалергарда с жеребцовым мышлением удержится от соблазна? Удерживало лишь то, что кавалергардов было много. А калужские девчата гарцевали вызывающе. По-видимому, кавалергарды берегли их для восхищения. Но всегда найдется половой бес и таковым стал Дантес...

...В критический день Наталья Николаевна, жена А.С. Пушкина, одна из вышеописанных калужских всадниц, обманным путем была приглашена Адалией Полетикой в дом Строгановых, где последняя приготовила ей встречу с Дантесом наедине. Дантес искренне падал на колени перед Натальей Николаевной, но случайно в квартире оказалась дочка Адалии Полетики, услышала его уговоры и создала грохот. Так, конско-лошадиная атака Дантеса над русской Мадонной была прервана. Но удивительно другое: Дантес явился не один.

У подъезда, куда вошел Дантес, ходил охранник, ротмистр Ланской. «У врат обители святой» ходил лишь ротмистр молодой, который после дуэли Пушкина с Дантесом и смерти великого поэта стал мужем Натальи Николаевны, а дальше жизнь шла по русскому руслу: и прожили счастливую жизнь.

6.

В записках Бенкендорфа А.Х. говорилось, что Николай I не любил поэзию как таковую и признавал лишь одного поэта – А.С. Пушкина. Любой пушкинист знает, сколько благ сделал император для Пушкина и его семьи. Легенды, что царь ухаживал за его женой Натальей Николаевной – блеф. Царь не ухаживал за ней, а боготворил ее как женщину, как Мадонну. За эту заботу императора Пушкин был верноподданным ему дворянином.

Пушкиниана полна разных небылиц о А.С. Пушкине как революционере, при этом чаще всего ссылаются на стихотворение «Послание в Сибирь»:

*«...Не пропадет ваш скорбный труд
И дум высокое стремленье...»*

В этой фразе нет никакой революционности, скорее, уважение и сострадание к своим лицейским друзьям. Как и в ответе Александра Сергеевича императору, который вызвал его в Москву по случаю своей коронации: «Где бы ты был?» — «Я был бы на Сенатской площади!». Царь ему и это простил. Не нужно путать деяния императора с деяниями помещиков-крепостников.

7.

В литературоведении практически безапелляционно утверждается, что А.С. Пушкин с М.Ю. Лермонтовым никогда не встречались. Думается, это неполноценное суждение.

Пушкин мог встретиться с Лермонтовым в двух местах: с братом Левушкой на Северном Кавказе, где Левушка служил в одном полку с Михаилом Лермонтовым, либо в издательстве «Современника», причем, психически встреча в «Современнике», могла выглядеть под девизом, который когда-то Жуковский подписал молодому Пушкину: «Победителю-ученику от побежденного учителя». На мой взгляд, Пушкин не мог не знать о Лермонтове, а Лермонтов и подавно, не мог не знать о Пушкине. Тем более, что оба были с генетически намешанной кровью.

Оба места встречи двух гениев равновероятны. Встреча их носила, по-видимому, интимно-конфиденциальный характер и могла быть зафиксирована в устной форме как договоренность на ближайшее время.

Эта встреча могла состояться особенно в дни драматических событий вокруг Пушкина. Ведь М.Ю. Лермонтов в это время был в Петербурге, он стоял в толпе на Мойке и до дуэли Александра Сергеевича они могли встретиться в «Современнике». Не общаясь с Пушкиным лично Лермонтов не смог бы за одну ночь написать «На смерть поэта». И с такой же скоростью «загряметь» на гауптвахту, где он и дописал последние 16 строк своего убийственного памфлета: «А вы, надменные потомки...».

Иногда мне кажется, что первая часть стихотворения «На смерть поэта» написана самим Пушкиным. Слишком разные по стилю две части этого произведения. Это предположение еще менее доказательно, однако задуматься над этим следует.

Привычка искать письменные доказательства, как правило, исходит из логики судебнo-следственных процессов («Римское право», «Уголовный кодекс» и др.). Логика опирается на теорию вероятности: для интуиции места нет. А эти встречи — невероятны.

Однако, в знаменитой опере «Жизнь за царя» («Иван Сусанин»), герой Иван Сусанин поет: «Чую правду!» и завел поляков в болото. В фразе «Чую правду!» и заключается сердцевина интуитивного типа творческого мышления.

Логика опирается на фенетическую память существующего поколения, интуиция — на генетическую память. Интуиция тем и отличается от логики, что она включает в себя времена нескольких поколений людей, многие из которых ушли из жизни и потому не подлежат логическому видению. Генетическая память гораздо сильнее и долгоживучее, чем память фенетическая, так как впитывает в себя фенетическую память нескольких или даже многих поколений. И здесь, в битве Времен и Возрастов, свершается великая тайна Жизни.

8.

В подтверждение изложенных в п.1 этой статьи тезисов следует привести интуитивные психологические рассуждения Ивана Алексеевича Новикова о переживаниях и поступках А.С. Пушкина в Михайловском. И.А. Новиков написал лучшие книги о Пушкине в Михайловском. Кстати, я его земляк – Мценск, Орловская губерния.

В Михайловскую ссылку Александр Сергеевич попал за интимную близость с графиней Воронцовой. Ее муж, легендарный герой войны 1812 года и Бородин, знал об этой их близости. Граф Воронцов просил царя убрать Пушкина из Одессы, на что царь и дал разрешение. Александр Сергеевич «дрожал» в Михайловском в ожидании вестей из Одессы о том, кого родила Елизавета Ксаверьевна Воронцова. С одной стороны, он гордился своим темнокожим предком Ганнибалом. А с другой стороны, он сознавал, что эта темнокожесть является, как мы сейчас понимаем, доминантным геном и передается по наследству. Какова же была психическая радость Александра Сергеевича, когда он узнал, что Елизавета Ксаверьевна родила белого ребенка. Это была не единственная проказа молодого Пушкина. Вспомним его Михайловскую историю с Машей Калашниковой да и другие. О Пушкинских женщинах написана даже книга. Здесь существенно не констатация поведения Александра Сергеевича, а как интуитивно и правдоподобно все это восстановил Иван Алексеевич Новиков.

Еще раз напомним, что подобные историко-психологические экскурсы свойственны не всем, а лишь особым талантливым людям. По силе, точности, правдоподобию и интуитивному вниканию в реализм происшедшего, описанная И.А. Новиковым сцена, посвященная переживаниям А.С. Пушкина в Михайловском, не уступает Пушкинскому «Бурани в степи». Литературоведам, на наш взгляд, следует больше вдумываться в интуитивный реализм А.С. Пушкина, который сейчас, спустя одно столетие, сильно «зашумлен» идеологическими и редакторскими подтекстами.

9.

Интересно, что последнее недописанное Пушкиным произведение было «Историей Петра Великого», в основном опиравшееся на большое многотомное сочинение купца Голикова, из описания которого Александр Сергеевич делал большие конспективные выписки о Петре. Эту рукопись долго искали, и лишь спустя столетие ее наши в имении сына А.С. Пушкина, Григория Александровича, генерала-героя Балканской войны. Любопытно также и то, что имение генерала Г.А. Пушкина находилось в поселке Лопасня, переименованном в 1954 году в город Чехов. Россия вся состоит из совпадений. Так, на просторах нашей Родины соединились через года судьбы великих людей.

10.

Судьба многих русских поэтов и писателей печальна: дуэли и ссылки, тюрьмы и виселицы, а уж о расстрелах и лагерях 20–30 годов хочется не вспоминать, хотя выкинуть их из головы и сердца невозможно. Еще раз напомним о сходном трагическом конце А.С. Пушкина и М.Ю. Лермонтова. А встреча В. Маяковского и С. Есенина на Кавказских дорогах? И опять – похожая конечная судьба.

И здесь нам довелось вспомнить о неожиданных вещах – через 100 лет со дня рождения А.С. Пушкина. До него никого не расстреливали, но вешали. Убийство

Пушкина — это начало, а это было организованное действо. С убийства Пушкина началось расстреливание России, кончились виселицы, начались расстрелы. Жандармский корпус при Николае I и практически на все 19 столетие составлял 450 человек. Мне неизвестно, сколько «душ» составлял штатный состав наших карательных органов, но, прогнозирую, как минимум, он измерялся на два-три порядка больше. Еще раз подчеркиваю, что первый расстрел начался с А.С. Пушкина, когда виселицы заменили на пули.

Стреляли дуплетом. В Пушкина и Лермонтова, в Маяковского и Есенина, в Шукшина и Высоцкого...

11.

При А.С. Пушкине гитара не пользовалась таким успехом, хотя позже появились гитаристы и даже писали романсы Булахов, Гурилев и др.

Предшественником наших бардов был Александр Николаевич Вертинский. Это он в 40-х гг., а может быть и раньше пел на манер наших бардов:

*«...Гитара аккордом несложным
Заполняла пробелы слов.
Напомнила мне осторожно,
Что музыка — как любовь...»*

У А.С. Пушкина не было «пробелов слов». Он «вынужден» был писать стихи, законченные «хрустальной звонкостью бокалов».

Обилие исполнителей романсов, сочиненных специально под гитару, особенно обнаружилось в России на рубеже XIX—XX вв. Коммунисты запрещали гитару, считая ее носителем мещанства. Но ее аккорды время от времени прорывались в камерном ключе.

Особенно ярко гитара прозвучала в сочетании двух начал: Владимира Семёновича Высоцкого и Булата Шавовича Окуджавы — с одной стороны, а с другой — с появлением магнитофонов, доступных практически каждой семье. Профессиональных поэтов, которые для них писали бы тексты не было, они творили сами. Поэтому их нельзя назвать поэтами. Они были бардами.

Из всех окон больших и малых городов и поселков лились звуки песен этих двух выдающихся бардов. Народ дождался музыкальной свободы, где «гитара заполняла пробелы слов».

Барды всколыхнули генетику нашего народа. Сейчас бардов развелось много, к счастью, запели все.

Если не считать русской классической музыки, равно как и иностранной, прослеживается определенная музыкальная линия от А.С. Пушкина через народную музыку и городские романсы, через уехавшего, а потом вернувшегося А.Н. Вертинского к песням бардов в сочетании с гитарой и магнитофонами.

Песни бардов захватили весь наш народ и в значительной степени отвлекли его от страшных заболеваний — алкоголизма и наркомании.

12.

Из поля зрения специалистов и простых читателей, к сожалению, ускользает одна интересная нота в контексте Пушкин и современность. Наряду с бардами мы неожиданно получили всплеск научно-фантастической литературы. Это не детективы, а именно научная фантастика.

Всем известны от детей до стариков сказки А.С. Пушкина, истоки которых относятся к древнерусскому фольклору. Рождение этих сказок связано не только с фольклором, но и, что не менее важно, с пушкинским юмором и провидением. В последнее столетие такие провидения оказались свершенными в науке и технике. Любому человеку известно, как в наши дни реализовались фантастические идеи Жюль Верна («2000 лье под водой», «Из пушки на Луну» и др.), Александра Казанцева («Пылающий остров» и др.) и т.д.

И вот тут-то встает А.С. Пушкин с его поэтической глыбистостью и ключевой фразой:

*«...Сказка – ложь, да в ней намек
Добрым молодцам урок...»*

Этой ключевой фразой А.С. Пушкин замкнул связь времен и эстафетно соединил древние сказания с научно-фантастическими идеями, которые реализуются и в наши дни и в обозримом будущем.

Пожалуйста, читайте детям сказки!

13.

...Мы потеряли А.С. Пушкина в самое неблагоприятное для нас время: когда он окончательно созрел, сформировался. Вспомните оду молодого еще поэта – «Вольность»:

*«...Я твой – я променял порочный двор Цирцей,
Роскошные пиры, забавы, заблужденья
На мирный шум дубров, на тишину полей,
На праздность вольную, подругу размышленья...»*

Столетия мы учили фразу: «Мы не рабы, рабы – не мы». Но мы рабы подлого советского редакторского образования. Очнись, проснись, русский народ! Мы попытались посмотреть на те события с позиции тогдашней современности. Она рассыпана в произведениях, в бутылках мадам Клико, но никто не хочет ничего сопоставить и увидеть, что было на самом деле. Мы рабы, мы видим только то, что нам показывают.

14.

Размышляя об интуитивной и других формах алогичного мышления (предчувствия, ожидания, мечты и т.д.) следует также вспомнить, что за несколько месяцев до смерти А.С. Пушкин написал свое знаменитое стихотворение «Памятник». «Я памятник себе воздвиг нерукотворный...» – это было мощным предчувствием конца. И хотя тема стихотворения «Памятник» имеет древнеримские корни, и ее воплощали многие поэты разных стран и времен, тем не менее у А.С. Пушкина это не было упражнением в стихосложении и переводе. Это было генетическим предчувствием алогичного происхождения: меньше года прошло между стихотворением «Памятник» и дуэлью поэта.

Мы затронули большую тему о соотношении интуиции и логики в общей теории познания, чтобы еще раз подчеркнуть какое значение для нее имеет А.С. Пушкин, соединивший в себе алогичную и логическую картины познания. В этом

свойстве личности Александра Сергеевича (сочетающего в себе смешанные крови, потомка Ганнибала), не отказавшего себе в интуитивном типе мышления и окончившего Царско-Сельский лицей с его логическим подходом, удачно проявился его генотип на уровне гениальности, который так ждала Природа.

Поэтому мы считаем, что необходимо не противопоставление естественных и гуманитарных наук, а их взаимодополнительность, единство, чтобы не попасть в интеллектуальную пропасть, которая ярко проявилась в 50-х годах в знаменитом споре «физиков» и «лириков». Надо еще добавить, что настоящие ученые прошлых лет отличались высочайшей культурой и в той и в другой области (гуманитарной и естественнонаучной) и работали в сочетании поэтического и строго научного видения мира. В этом единении в одной выдающейся личности гуманитарного и естественнонаучного типов мышления созидалась великая работа, приводившая непременно к открытиям. Сегодня 500 000 кандидатов и 100 000 докторов наук не имеют этого психического и научного единства, ибо, как говаривал А.В. Суворов: «Воюют не числом, а умением».

В этой работе выражена озабоченность и заступничество за выдающиеся творческие личности, к которым в первую очередь относится А.С. Пушкин. Провозглашается тезис о равнозначности двух подходов к оценке этих личностей и их творений. Подобные, как данная статья, работы определяются старинным русским словом — «раздумья», вмещающем в себя как алогично-интуитивный, так и логический тип мышления. Оба эти типа мышления взаимодополнительны и требуют уважения.

К ПРОБЛЕМЕ РОССИЙСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ¹

Низкий уровень образования, его всеобщезобязательный характер лишили науку многих талантливых и даже гениальных ученых. В нашей стране это было особенно ярко выражено, когда отбор велся не по принципу объединения талантливейшей молодежи в отдельные классы и группы, а путем смешения таких талантливых и далеко продвинутых ребят и девушек с дебильно-бестолковыми соплеменниками. Я мог бы привести несколько примеров, подтверждающих это. Если добавить еще, что на талантливую молодежь накладывалась обязанность «подтягивать» дебилов, то легко понять, почему мы отстали по мировым стандартам от уровня образования в развитых странах (США, Япония, европейские страны). В начале 60-х годов первый бард России Булат Окуджава пел: «На каждого умного по дураку – все поровну, все справедливо!» К 80-м годам эта величина уже составила примерно по 20 дураков на каждого умного, и мы все дальше отставали от развитых стран. Была запущена машина массового «производства» кандидатов и докторов наук. Первых – 530 тысяч, вторых – 120 тысяч. Сейчас положение еще более усложнилось: за Время перестройки вместо одной Академии Наук возникло около 70 академий. Авторитет науки при этом резко падает. Забыто Суворовское правило: «Воюют не числом, а умением». Забыто еще одно военное правило: «Лучше стадо баранов, предводительствуемое львом, чем стадо львов, предводительствуемое бараном». Партийно-политизированная масса, севшая на командные должности и получившая, как правило, заочное образование, «душила» всякое проявление свободы личности. «Подтянулись» к последним такие крупные вузы страны, как МГУ, ЛГУ, а заграничные институты не признают наших российских дипломов. Там не спрашивают: «Какой ты кончил российский вуз?», там спрашивают: «У кого вы заканчивали? У какого конкретно профессора вы получили знания?». В практике наших экзаменов в билетах было всего три вопроса, тогда как в заграничных вузах число вопросов измерялось десятками, сотнями, а в медицине даже тысячами. По данным профессора Исхакова, Россия по уровню образования стоит на одном из последних мест в мире. По его суждению, японцы по окончании института или университета (по мировым стандартам) стоят на втором курсе университета, а наши студенты, получая дипломы, соответствуют 6–7 классу средней школы. Делегация российских школьников 8–9 классов ездила в США. Когда их пригласили на пресс-конференцию, их спросили, есть ли разница между американскими и нашими учениками. Они ответили, что разницы никакой. «Неужто никакой?» – удивился корреспондент. И смелый парень сказал: «Нет, разница есть. Американские школьники, приходя в школу, на любой вопрос учителя все вскидывают руки, чтобы ответить. Наши же, приходя в школу, лезут под парту, лишь

¹ Заметки к выступлению в МГУ, которое состоялось в декабре 2000 г. на кафедре генетики на вечере, посвященном 100 летнему юбилею Н.В. Тимофеева-Ресовского. Это было последнее публичное выступление А.Н.

бы не спросили». Нашим ребятам по окончании школы или вуза практически ничего не светит по зарплате. Американские выпускники знают, за что они учатся. Цена диплома там высока. Так складывается великое единство образования и реальной жизни на двух разных континентах в двух различных социальных системах. И после этого мы удивляемся, как выглядит депутатский корпус Государственной Думы России! А здесь откуда ни возмись – новые проекты: среднюю школу довести до 12 лет. Что это? Признание скрытой безработицы для молодежи? Или нечто другое?

О ПРОИСХОЖДЕНИИ ЛИКОВ СВЯТЫХ В РУССКОЙ ЖИЗНИ¹

Многолетняя история христианства на Руси связана с распространением красочной иконописи из южных стран. И к нам оно шло через южные регионы (Корсунь, Киев и др.). Даже в нашей родной Третьяковке есть большой иконописный портрет Дмитрия Солунского. Я был возле его мощей. Но как христианство с его художественной атрибутикой могло проникнуть в северные районы России, ибо реки текут с севера на юг? Более того, продвижение христианства на север Руси происходило с большими стычками и жертвами: славяне-вятичи распяли преподобного Кукушу, несшего им христианство между двумя березками. А до этого даже воинственный киевский князь Святослав не мог покорить вятичей.

Но психика, включая психиатрию, требовала веры. И эта вера у древних народов, которых мы называем язычниками, была. Язычники считаются некультурными, то есть они не поддались чуждому программированию, но выработали свою веру. Не эмпирикой, а воображением. Это была их-своя вера, а не привнесенная с далекого Средиземноморья.

Жизнь этих язычников текла медленнее, чем в Средиземноморье, но они не были и обезьянами. В их психике доминировали понятия и дела Труда. Их кормильцем был лес, а не жнивье. Не только пищевые ресурсы леса: грибы, ягоды, дичь, мед, но и древесина для строительства. Для краткости это можно назвать строительством курных изб, где топились по черному, без труб, а освещение внутри дома было крайне слабое: лучина, потом свеча, лампада и т.д. Но север и средняя Россия отличались от Средиземноморья еще одним метеорологическим феноменом: здесь были сумерки, которых никогда не бывало в южных широтах. Там ночь наступает быстро, а в ряде мест и мгновенно. В наших средних и северных широтах сумерки после праведных дневных трудов представляли время созерцания, ужина и раздумий. День за днем, год за годом человек жил в сумерках (днем — работал, ночью — спал). И в этих великих сумеречных раздумьях, в великом молчаливом покое природы уставшие труженики были необычайно задумчивы и сосредоточены. Тут происходило необычное слияния человеческой психики с природными явлениями: от любого светового объекта отбрасывались большие тени, которые бередили воображение усталых созерцающих людей, и неожиданно им навстречу являлись различные видения.

Сами того не ведая, древние люди, обрабатывая бревна, водили топором вдоль древесины, поперек годовых колец. При работе днем на это не обращали внимания — была бы доска. Но вечером, при длинно-теновом освещении такие срезы древесных колец давали разнообразные фигуры, которые

¹ Статья осталась незавершенной. Публикуется впервые.

при сумеречном воображении входили постоянно в психику людей в виде различных воображаемых образов. Речь не идет о поперечных срезах бревен, а по зачистке их вдоль ствола: на древесине чаще всего вырисовываются разнообразные фигуры облики) людей. Так при постоянстве видения видений возникали лики святых, сопутствующих счастью или несчастьем конкретный людей или семейств.

Таким образом, лики святых – это рисунки природы, сделанные не художниками наскального периода, а срезом топора вдоль ствола. Это еще раз подчеркивает, что дикое состояние северных народов с их лесным и сумеречным бытием превращалось в психологию больших устойчивых сообществ, которые мы по невежеству называем язычниками и даже дикарями. Их психика была продиктована природой, древесными кольцами и их рисунками. Поэтому христианство для них было дико и встречало отпор.

Общеизвестно, что сопряженно с духовным содержанием христианской религии развивалось искусство (архитектура, живопись, скульптура и т.д.) В этом сопряжении и сформировалась вся мировая культура. Культура разнообразна по своим формам, но едина по внутреннему содержанию – служить духовному воспитанию как человека, так и человечества.

Но у культуры есть национальные частные формы и их такое множество, что, как говорится, не соскучишься. Будучи в Назарете я видел красивый христианский храм на месте, где жила Мать Пресвятая Богородица и родник, куда она ходила за водой. Во дворе храма выставлена галерея картин Богородицы с Сыном. Эти большие полотна пятиметровой высоты впечатляют. И все они по-разному передают портрет Девы Марии. Несмотря на каноническое воссоздание образов Богородицы с Младенцем, картины резко различаются по исполнению. У негров – один Ее облик, у латиноамериканцев – другой, у европейцев-католиков – третий и т.д. Жаль, что там не представлено наше, православное видение Богородицы в виде Владимирской Богоматери. А место в галерее для этого есть. И наше, православное видение Богородицы из-за своей родительской теплоты остановило бы на себе внимание всей приехавшей и туристов.

Тем не менее, наряду с духовностью и искусством воплощения икон и библейских сюжетов, есть еще третья компонента. Это – местный подручный материал, включая сюда и талант художников (камень, дерево, краски, металл, ткани и др.)

Вот и на нашем Севере было много разнообразных стилей изображения святых. На далеком солнечном Юге, как правило, с древних времен все стремились воспроизвести в камне (каррарский и другие виды мрамора), а икон практически не было. А на нашем Севере таким общедоступным материалом было дерево, поэтому у нас в передаче духовного начала в наших церквах и домах преобладали красочные деревянные иконы. Кроме деревянных икон было золототканное шитье и уникальное явление – деревянные скульптуры святых. В городе Пермь есть единственный в мире Музей деревянных скульптур. Хочется обратиться к читателю: будете в Перми, посетите этот музей, проникнитесь к духовному наследию наших северных художников. Как говорится, не проезжайте мимо.

Так, от ликов святых, навеянных ночным светом лучины, через скульптурные изображения святых, население Севера медленно, но надежно и прочно приближалось к мировой цивилизации. Сейчас очень важно все это осознать в начале новой эпохи возрождения России. Пусть читатель из этого размышления вынесет представление об обязательном созерцании и изучении ранних этапов становления духовной жизни наших предков.

«Берегите лес!», «Уходя гасите свет»... Мы так привыкли к таким лозунгам, что никогда об этом не задумываемся. И для того, чтобы читатель встряхнулся, я рекомендую прочитать книгу депутата Госдумы Грешневикова А.Н, под суровым названием: «Казнь русского леса». Потому что не древние язычники и далекие наши предки виноваты в горькой судьбе русского леса, а «язычники», жизненным девизом которых стал научно-технический прогресс с бензопилой во имя зеленых бумажек.

В этой краткой статье нет конца, а есть призыв к внимательному изучению роли природы и психики в становлении працивилизации.

О ПОНИМАНИИ «ВРЕМЕНИ» И «ВОЗРАСТА»¹

Понятие Времени, которым не так уж часто пользуются ученые, не вошло всерьез в философский обиход, хотя многие пытаются его понимать. Но это понятие – основное во всем естествознании и космологии. Докучаев, выделяя факторы почвообразования при создании почвоведения в конце прошлого века, назвал в числе пяти факторов почвообразования «возраст территории», но потом соскальзывал с этого понятия на «возраст почвы», а это принципиально разные аспекты.

Понятие Времени всегда интересовало ученых с древнейших времен: и египетские жрецы, и древнегреческие философы и т.д. «Звездочетный» характер религии всегда привлекал священников рассуждать о времени. Примечательно то, что еще за сто с лишним лет до Докучаева наш великий Ломоносов говорил, что «чернозем произошел от согнития растительных и животных тел со временем». Практически это означало первую формулировку естественно-исторического метода в естествознании, то есть ничего нельзя понять в природных процессах, если не будет применен этот метод, в котором слово «естественный» означает природный, а слово «исторический» означает Время.

Докучаев не сразу и не вдруг подошел к естественноисторическому старту видения природы. Он шел к этому через своих друзей – Измайльского, да и вообще через мужчин, олицетворяющих собой мощь России...

Внедрению этого метода, а точнее методологии мы обязаны Докучаеву и его ученику Вернадскому. Создатель почвоведения Докучаев раньше всех биологов употребил словосочетание «генетическое почвоведение» в 1883 году, и лишь через 20 лет биологи стали употреблять слова «ген» и «генетика».

«Генезис» означает рассмотрение всех процессов не по каким-то физическим или химическим параметрам, а с точки зрения происхождения какого-либо объекта или явления.

Грядущий для Докучаева XX век практически отошел от естественно-исторической методологии, перерезал и перестрелял буйных и небуйных философов и естествоиспытателей, фактически открыв дорогу внедрению физического типа мышления. Национально-русская естественно-историческая мысль и школа была практически уничтожена, а так называемый диалектический и исторический материализм были всего лишь ширмой для прикрытия «физической» идеологии, которая, как известно, стала движущей силой науки XX столетия, приведшей к войнам, атомным бомбам, Чернобылю, звездным войнам и фантастическому загрязнению окружающей среды.

И подобно тому, как диамат прикрывал физическую картину мира, на смену ему в роли такой же ширмы пришла экология. Все стали экологами, что и привело к величайшей научной путанице и к политическим интригам.

¹ Одна из последних статей А.Н., осталась неоконченной. Публикуется впервые.

И поныне реальная жизнь людей протекает в условиях физической системы единиц (пуды, тонны, километры, гектары, сотки и т.д.). В этом смысле XXI веку предстоит расхлебывать «достижения» физического XX столетия: физического, политического и экологического мировоззрения.

А между тем в нашей стране, исходя из идей Ломоносова, Докучаева, Вернадского, Сукачева, Тимофеева-Ресовского и других немногих ученых-натуралистов, было создано общее учение о биосфере и биогеоценология.

Космически-физический подход к понятию Времени также немало нанес вреда биосферному естествознанию. Вернадский писал, что термодинамическое поле биосферы принципиально отлично от термодинамического поля Космоса. И действительно, в Космосе царит абсолютный вакуум — на Земле есть давление, в Космосе температура абсолютный ноль — а на Земле царит разнообразие климатов. Если бы не озоновый экран и целый ряд земных факторов, биосфера не возникла бы и не развивалась бы. Прошивая озоновый экран ракетами, фреонами и остальной дрянью, мы пропускаем на планету Земля космические излучения, которые наносят грандиозный ущерб всему живому на планете и ставят под угрозу существование эволюции всей биосферы в целом с ее пространственно-временной организованностью. Как поется в песне: «Есть только миг между прошлым и будущим. Именно он называется жизнь!»

Планета Земля как геологическое образование существует около 5 миллиардов лет. Солнце существенно старше. Земля вращается вокруг солнца со скоростью 30 000 км в час и плюс еще вращается вокруг собственной оси. Но самое интересное, что Земля вращается вместе со своим спутником Луной, которая не вращается вокруг собственной оси, а всегда обращена одной стороной к Солнцу, а другой — к Земле. Мы этому не придаем значения. Луна оказалась безжизненной и холодной. Таким образом, вырисовываются определенные системы: звездно-солнечный Космос, безжизненная Луна и биосферная Земля.

Причин безжизненности Луны много. Но явно, что ее возраст соизмерим с возрастом Земли. Поэтому мы считаем, что введенные в космонавтике понятия «дальний» и «ближний космос» вполне корректны. Миллиардолетия — это большие различия между жизнью вселенной, солнечной звезды и Землей, это большие Времена. Дальний космос начинается за лунной орбитой, ближний космос — внутри лунной орбиты. К дальнему космосу следует применять понятие Времени, к ближнему космосу и к Земле как к космическому телу следует применять понятие Возраста.

Возраст может быть геологический, биологический и даже информационно-кибернетический. Особенно ярко понятие Возраста проявляется в земных, ландшафтных, биосферных явлениях.

Между Землей и Космосом не только временно-возрастная несоизмеримость, но и несоизмеримость расстояний. Расстояние от Земли до Луны почти в 500 раз меньше расстояния от Земли до Солнца. А это уже существенно.

Строго говоря, мы подошли к возрождению биосферного естествознания в науке. Никакие короткоживущие быстротекающие процессы на Земле не могут быть покрыты экологическим видением, тем более, что экология стала политической шонсонеткой.

Надо научиться жить на Земле на проценты с оборота земного вещества, пусковой механизм которого заключен в живом веществе по Вернадскому.

Космические полеты мало что дадут биосфере и человечеству. Разве что начнутся сбрасывать отходы на безжизненную Луну.

Жизнь на планете Земля в значительной мере обязана отходам от круговорота — потока веществ и энергетики Солнца. Весь кислород планеты, все обозримые горные породы, вода и даже запахи растений, так приятные пчелам, людям и другим организмам — все это отходы от деятельности живого вещества за большие времена.

Среди важных критериев функционирования живого вещества в биосфере является наличие в ней информационно-управляющих систем. Они присутствуют всюду, но мы их не умеем еще классифицировать. Но ясно одно, что управляющие системы существуют только на планете Земля. Там, где нет жизни — нет управляющих систем. На Луне нет управляющих систем. Это кибернетическое откровение было сделано двумя друзьями: биологом Тимофеевым-Ресовским и математиком Ляпуновым.

Все эти перечисленные откровения — суть развития концепции русского биосферного естествознания. А вышеперечисленные классики помимо узкопрофессиональной специализации были «мамонтами» века натуралистов.

Религиозные воззрения на природу афористично звучат так: в начале было Слово, и это Слово — Бог. В этом афоризме отражена суть религии о связи космических начал (Бог) и человечества или отдельных людей. «Жизнь всюдна на планете», — писал Вернадский. И не в противоречии с этими словами понятие «Бог» определяется как Всевышний. Подобно жизни, Бог — всюден. Это очень важный тезис, потому что фраза: «В начале было Слово» опирается на глубокое понимание психики и генетики людей.

Человеческая лексика и ее организационное оформление в виде фраз, текстов, а потом и науки медленно, но верно овладевали человеческой психикой. Немалая роль при этом принадлежала песнопению и музыке, которые создавали определенный психический настрой.

Таким образом, между наукой, религией и человеческой психикой на протяжении тысячелетий не возникало серьезных противоречий, если не считать мелких и местных коммунальных конфликтов.

Несмотря на биологическое разнообразие человечества (племена, расы и т.д.) и их различную историю, всем религиям свойственно представление о единстве своих «богов» и общечеловеческого начала («не убий», единоверие и т.д.). Кто из этого не исходит — называется сектантами. Конфликтные ситуации всегда были следствием политических и частично экономических козней, то есть были искусственны с точки зрения мировой истории всего человечества. Все это усиливалось общим невежеством.

Так за историческое время образовался устойчивый диполь (двойное начало), объединяющий человечество с Космосом, но никогда с ним несоединенным. Ничего странного нет в том, что Космос и биосферно-человеческое начало никогда не сойдутся. Ибо термодинамическое поле Космоса и термодинамическое поле биосферы несовместимы, как писал Вернадский.

Выше было сказано, что Земля и Луна представляют собой единую систему, что доказывается приливно-отливными явлениями как в жидкой, так и в твердой фазах, горообразованием, лунными месяцами физиологии женщин и многими другими аспектами реальной жизни землян.

Отсутствие вращения у Луны — одно из доказательств ее относительной молодости по сравнению с Землей. Вращение Земли — это определенная динамомашина, создавшаяся в течение ее геологической истории в результате аккумуляции солнечной энергии живым веществом планеты. Впервые, насколько нам известно, эффект динамомшины сформулировал ныне покойный академик Яншин.

Эффект динамомшины у Земли появился существенно позже ее начальной биосферной стадии, когда живое вещество захватило достаточно солнечной энергии, что привело к поляризации земного вещества (диполь). Причем Солнце, как космическая звезда, через биосферу и живое вещество Земли влияет на энергетические ресурсы нашей планеты, а отсутствие живого вещества на Луне не позволяет созданию там вращательного эффекта динамомшины.

Таким образом, речь идет о наличии нескольких термодинамических полей разновременных по своей истории (Земля – Солнце, Земля – Луна, Солнце – биосфера Земли и т.д.).

Энергетически-аккумулятивная роль живого вещества умноженная на большие космические времена постепенно приводила к созданию энергетически-ландшафтных структур, биологическому разнообразию (на планете около 4 миллионов биологических видов), пространственно-временной организованности, почвообразованию, климатическому разнообразию и т.д. Обратим внимание на то, что 2/3 поверхности Земли заняты водой, которая обладает теплоемкостью – 1, тогда как объекты суши обладают теплоемкостью 0,2–0,3. Этот (теплоемкостный) фактор не всегда удостоен внимания ученых из-за их узкой специализации, а как уже было сказано выше, такой ассоциативный тип мышления не свойственен специалистам, но лишь натуралистам.

В научной литературе фигурируют два понятия, которые считают идентичными: Циклы и Ритмы. Но при разделении понятий Времени и Возраста вырисовывается некоторая системно-последовательная иерархическая картина Природы. Как мы уже писали, Время есть космическое явление, а Возраст – системно-биосферное. Прочитанная литература последних десятилетий показывает, что авторы считают идентичными понятия Время и Возраст. Мы разъясняли, что это понятия разные, но одновременно мы нападаем на след еще одной естественно-научной порочности: это понимание Циклов и Ритмов как взаимозаменяемых понятий. Но они обозначают разные явления.

Циклы – это дитя Космоса и Времени. А Ритмы – это дитя биосферных явлений. Между ними такое же соотношение, как между «передатчиком» и «приемником»: не все «звуки» Космоса и Времени может принять «приемник». Безмолвный Космос излучает больше различных энергий и частот, чем те, которые перерабатываются в биосфере. И поиски новых энергетических сигналов, по-видимому, и определяют всю эволюцию биосферы и ее составляющих (растения, животные, почвы, воды и т.д.).

Мы не можем антропогенно утверждать, что между Временем и Возрастом идет «борьба». «Борьбы» никакой нет, есть сопряженная эволюция («...идет сопряженная коэволюция», – как говорил покойный ныне Моисеев). Эта коэволюция привела к общей эволюции органического мира и биосферы в целом.

На космический призыв Времени и космических Циклов биосфера отвечает Ритмами. Ритмы – это следящие системы – за космическим Временем и энергетической, разновозрастные в эволюционном плане.

Явления фотосинтеза работают в условиях цикличности «Солнце – Земля», «день и ночь». И как следствие этих взаимодействий, появляется такой интересный, по сути мутационный процесс: «передатчик» с его временной начинкой, включая циклы солнечной активности, излучает энергии, которые трансформируются «приемником» в ритмику биосферных процессов, которые контролируют или защищаются от циклов космических явлений. Причем, эта защита осуществляется в виде биоразнообразия, то есть неоднородности биосферных систем или сообществ организмов.

К сожалению, формирующееся учение о биоразнообразии еще не вошло ни структурно, ни энергетически в концепцию биосферного естествознания. Попытки этого введения, вроде конференции в Рио-де-Жанейро, представляют собой самую раннюю эмбриональную фазу научного познания природных явлений. Магистральный путь развития биосферного естествознания, по-видимому, будет лежать через понимание сопряженной коэволюции отдельных биологических видов и отдельных биологических, точнее биогеоценологических сообществ. Это же от-

носится в первую очередь к пониманию биоразнообразия человечества как мощной геологической силы на планете, о которой научно-настойчиво писал В.И.-Вернадский. Это же относится и к сформулированной Н.В.Тимофеевым-Ресовским главной проблеме биосферного естествознания: «Биосфера и Человечество». В их тезисах заключена суть биосферного естествознания и магистральное направление развития общего учения о биосфере.

Новое американское открытие, что жизнь зародилась не в мировом океане, а в небесных капельках, кажется правдоподобным. Современная химия потеряла один из своих фундаментальных критериев: *in statu nascendi* — в состоянии зарождения, в момент возникновения). И эта потеря фундаментального мыслительного комплекса химии обернулась химической травлей планеты. *In status nascendi* оказалась высшей энергетической точкой взаимодействия Космоса с веществом планеты Земля.

Энергетика капли никогда не изучалась: капля — это не только вода, это сгущение всего. Даже невозможно представить, какая энергетика в капле. Когда она соприкасается с почвой — это вспышка, это великое событие, до сих пор нам не совсем понятное.

Надо бы ввести в науку категорию химической страстности. Алхимики это чутьем знали (они владели таким приемом, а отнюдь не конкретностью). Страстность — это особое состояние любого существа или вещества вступить в реакцию с другим и отдать все энергетические силы, метаболиты и витамины, хранимые организмом (или присутствующие в организме на данный момент). Страстность — это прощание с жизнью для будущих поколений.

Время с Возрастом связано через энергетику. Время — космическая категория, не имеющая возрастной составляющей. Время даже не формирует систему. У любой системы Время преломляется Возрастом. Система формирует систему через размножение. «Термодинамическое поле биосферы принципиально отлично от термодинамического поля организма» (В.И.Вернадский). А термодинамическое поле — это и есть энергетика.

Существует еще одно важное понятие — точка возврата.

В архетипах разделяется ночью Время и Возраст, чтобы к утру соединиться вновь.

Нельзя объять необъятного. Раздумья не кончаются.

Мир природы и антимир человечества балансируют на грани взрыва. Из звездной дали хорошо видно, что человечество должно уступить в своем конфликте с природой. Иначе оно исчезнет как биологический вид.

Логика и антилогика — как и все сущее — управляется Временем. Стрелки невидимых часов приближаются не к звездному часу человечества, а к его звездной полуночи.

Идет обратный отсчет времени. Мы живем в конце многомиллиардной истории биосферы. Еще немного — и планета Земля станет второй звездой Солнечной системы. Уже достигнуты на Земле звездные температуры и межзвездный вакуум. Радиоволновое излучение планеты Земля стало сравнимо с излучением спокойного Солнца. Открыта сверхпроводимость в широком диапазоне температур. На Земле идут уже космохимические реакции, идет синтез новых химических элементов

и изотопов, в том числе радиоактивных. Локальные космохимические процессы, воспроизводимые в лабораторных условиях, приобретают ландшафтную очаговость, а последняя, разрастаясь, переходит в глобальную, «звездную» стадию планеты Земля. Научная мысль как планетное явление, о чем говорил В.И. Вернадский, стала космическим явлением.

Часы пробили Чернобылем, предупреждая о возможном инфаркте человечества.

Человечеству нужны подвижники, мудрые в масштабах истории люди. На шкале биосферной научной мысли одиноко стоят маяки человеческой мудрости — Леонардо да Винчи, Бюффон, Гете, Гумбольдт, Ломоносов, Докучаев, Вернадский, Тимофеев-Ресовский...

Успеет ли человечество выдвинуть и понять новых гигантов — вот в чем вопрос. Естествознание с неизбежностью сливается с гуманитарностью. Единая целостная система «Биосфера и Человечество» может быть управляемой и сопряженно эволюционной. Мир прямых и обратных связей в природе должен быть понят человечеством.

Действие равно противодействию, но между действием и противодействием есть маленький зазор времени (временной люфт). В нем-то и состоит вся тайна великого управления в природе. Поймем ли мы это и скоро ли поймем — от этого зависит, как мы распорядимся своей судьбой.

Земля конечна в своих размерах, но бесконечна во времени и организованности биосферы. Конечность пространства и бесконечность времени материализуются в организованности биосферы. Поток времени исчезает в океане организованности.

Жизнь вечна — человечество не вечно. Число биологических видов измеряется миллионами, а человечество — всего лишь один из биологических видов. Как уцелеть ему в океане жизни и видового разнообразия? Ясно лишь одно — гомогенизация жизни ведет к краху, разнообразие жизненных форм ведет в будущее. Красота природы, которой суждено спасти мир, заключена в великом разнообразии. Оценить и понять это — насущнейшая задача науки.

Большие времена природы на много порядков превышают жизнь человечества, не говоря уже об одиноком человеке. В битве больших и малых времен победа останется за первыми.

Нас ждут большие ожидания. Вот и все.

ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АНАТОЛИЯ НИКИФОРОВИЧА ТЮРЮКАНОВА

1931	13 (15) марта родился в Москве
1938–1948	учеба в средней школе №218 (Москва)
1948	поступил на Геолого-почвенный факультет МГУ им. М.В. Ломоносова
1953	закончил Биолого-почвенный факультет МГУ им. М.В. Ломоносова
1953–1955	аспирантура по специальности «география почв» Биолого-почвенного факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
1956–1962	младший научный сотрудник Биолого-почвенного факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
50–60-ые годы	ученый секретарь Межвузовской комиссии по микроэлементам в почвах
1956	защита кандидатской диссертации, посвященной изучению пойменных почв нижнего течения р. Москвы
1959	монография «Микроэлементы в почвах СССР. — М.: Изд-во МГУ» (совместно с В.А.Ковдой и И.В.Якушевской)
1962–1963	сотрудник Института общей и коммунальной гигиены им. А.Н. Сысина АМН СССР
1963–1968	сотрудник Института медицинской радиологии АМН СССР (г. Обнинск)
1968–1972	сотрудник Института эволюционной морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова АН СССР (Москва)
1971	монография «Черные слитые почвы Евразии. — М.: Наука. — 256 с.» (совместно с Т.Л. Быстрицкой)

- 1971 монография «Ополя Центральной России и их почвы. — М.: Наука. — 240 с.» (совместно с Т.Л.Быстрицкой)
- 1972–1976 переведен вместе с возглавляемой им лабораторией биопродуктивности ландшафтов в Институт агрохимии и почвоведения АН СССР (г. Пушкино)
- 1972 монография «Поймы рек Центральной России и их роль в хозяйстве страны. — М.: Наука» (совместно с И.Т. Кузьменко и М.П. Павловой)
- 1973 брошюра «Биосфера и человечество. — М.: Знание. Сер. биол. №12».
- 1974 защита диссертации «Почвы ополей Центральной России» на соискание ученой степени доктора биологических наук (Казанский государственный университет)
- 70-ые годы заместитель председателя Научного совета по биосфере АН СССР; организатор многих научных конференций и совещаний, координатор X международного конгресса почвоведов (Москва, 1974).
- 1976 сотрудник Всесоюзного проектно-изыскательского института «Союзгипролесхоз» (Москва)
- 1977 монография «Почвы и первичная биологическая продуктивность пойм рек Центральной России. — М.: Наука. — 152 с.» (совместно с И.Т. Кузьменко, М.П. Павловой, Р.Т. Богомоловой и Л.А. Шкурниковым)
- 1977–1981 профессор Московского института инженеров землеустройства
- 1979 присвоено ученое звание «профессор» (утверждено ВАК СССР)
- 1981–1996 заведующий лабораторией охраны почв Всесоюзного, а затем Всероссийского научно-исследовательского института охраны природы и заповедного дела МСХ СССР (затем Минприроды РФ) (ВНИИПрирода)
- 1990 монография «О чем говорят и молчат почвы. — М.: Агропромиздат. 224 с.».
- 1991 избран действительным членом Российской академии естественных наук
- 1995–2001 член бюро Высшего Экологического Совета при Государственной Думе РФ, где бессменно возглавлял Секцию агроэкологии и охраны почв Высшего экологического совета, руководил рабочей группой по разработке Закона «О почвах»
- 1996 монография «Тимофеев-Ресовский: Биосферные раздумья. — М.: РАЕН. — 368 с.» (совместно с В.М. Федоровым)
- 1996–1997 сотрудник НИЦ «Экобезопасность» Минприроды РФ

1997–2001	сотрудник Всероссийского института экономики минерального сырья и недропользования Минприроды России
1998–2000	профессор Елецкого педагогического института (г.Елец Липецкой области)
1998–2001	профессор экологического факультета Православного университета Иоанна Богослова (Москва)
2001	22 февраля в 23 ³⁰ скончался после тяжелой непродолжительной болезни.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Часть 1. РАБОТЫ В ОБЛАСТИ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОГЕОЦЕНОЛОГИИ	
Наблюдения за поведением дождевых червей в пойменных почвах р. Москвы в период паводка	7
О происхождении зернистой и тонкослоистой структуры пойменных почв	11
О генетическом переходном классе почв и некоторых входящих в него типах темноокрашенных почв	15
Ополица и ополец – генетические типы переходного класса почв Центральной России	18
Почвенно-геохимическая характеристика ландшафта мешковского ополья	23
Ландшафтно-геохимические барьеры и их роль в миграции химических элементов в географической оболочке земли	29
Биологическая и хозяйственная продуктивность пойм рек средней полосы РСФСР	36
О десорбирующем действии природных экстрактов	37
Распределение стронция-90 и цезия-137 по компонентам биогеоценоза	42
Распределение стронция-90 в поверхностных горизонтах почв в зависимости от типа и ландшафта	47
Основные закономерности распределения химических элементов в почвах долины р. Москвы	56
Картограмма содержания иода в почвах калужской области и методика ее составления	58
К изучению поглощения йода почвами	61
Экспериментальное изучение роли корневых систем растений в миграции радиоизотопов	66
Об изучении скорости биогенного круговорота химических элементов в биогеоценозах	69
Количественная оценка выделения химических элементов растениями в процессе жизнедеятельности	83
О географии действия доз азотного удобрения на содержание белка в зерне яровой пшеницы	88
О методологических предпосылках моделирования в биогеоценологии	94
Часть 2. БИОСФЕРНОЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ	
Об элементарных биохорологических подразделениях биосферы	111
Биогеоценология и почвоведение	124
Некоторые аспекты учения о биосфере и биогеоценозах	136
Биосфера	143

Витасфера земли	146
«Биосфера и человечество» и биосферный класс наук	158
В.В. Докучаев и В.И. Вернадский – основатели учения о биосфере и биосферного класса наук	166
Исторический метод – основание современной науки и практики (на примере мелиорации земель)	175
Биосферное мышление и сельское хозяйство	182
Учение о «биосфере и человечестве» – теория стабилизации природы на планете	194
Почвы – природный базис человечества	201
Об экологически чистом сельском хозяйстве	211
Программа разработки биосферной концепции природопользования	213

Часть 3. «РАЗМЫШЛЕНИЯ...»

Ополье (о «красоте»)	221
Трудная судьба учения о биосфере	224
О «биохране» и понятии «элементарного времени»	229
О ландшафтно-историческом принципе землепользования	232
От политико-административного к биосферно-территориальному районированию России	237
Биосферное начало этносов	242
Влияние природы и населения великой степи на современные ландшафты Центральной России (к вопросу о происхождении феномена «окской флоры»)	243
О чем говорят и молчат почвы	259
Почва – глобальная экологическая система (Ода или Реквием)	265
Методологические основы природоохранного просвещения в естественнонаучных музеях	268
Из воспоминаний о Н.В. Тимофееве-Ресовском	277
О Пушкине (об интуитивном методе познания)	284
К проблеме российского образования	292
О происхождении ликов святых в Русской жизни	294
О понимании «времени» и «возраста»	297
Основные даты жизни и деятельности Анатолия Никифоровича Тюрюканова	303

Анатолий Никифорович Тюрюканов

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ
К 70-летию со дня рождения

Составители:

А.Е. Андреева, В.В.Снакин, В.М. Федоров

Редколлегия:

А.А. Тюрюканов, Н.А. Костенчук

Редактор:	О.Ф. Корсунский
Технический редактор:	А.Г. Гейн
Оформление:	Е.А. Еремин
Компьютерная верстка:	А.Г. Гейн

Подписано в печать 28.03.2001	Формат 60x90 ¹ / ₈
Бумага офсетная №1	Зак. б/н
Усл. печ. л. – 17,6	Усл. изд. л. – 19,8
Тираж 600 экз.	

Издательско-полиграфический комплекс НИА–Природа
109017, Москва, Старомонетный пер., 31. Тел./факс: 951–28–12