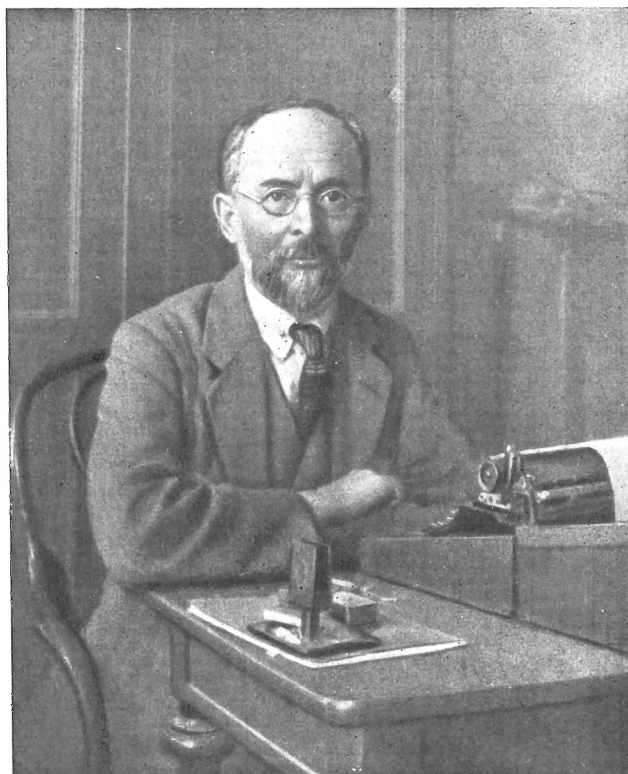


АКАДЕМИЯ НАУК СССР



Книга посвящена выдающемуся советскому биологу, почетному члену Московского общества испытателей природы, лауреату Государственной премии Александру Гавриловичу Гурвичу (1874—1954 гг.). В ней освещен жизненный путь ученого, его вклад в биологическую науку — фундаментальные исследования в области цитологии, гистологии, биофизики и теоретической биологии. Авторы, близко знавшие А. Г. Гурвича, при написании книги использовали свои воспоминания, переписку и архивные материалы.

Книга рассчитана на биологов и на читателей, интересующихся развитием биологической науки.



А. Г. ГУРВИЧ, 1927 г.

Л. В. Белоусов, А. А. Гурвич,
С. Я. Залкинд, Н. Н. Каннегисер

АЛЕКСАНДР ГАВРИЛОВИЧ
ГУРВИЧ

1874—1954



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
Москва 1970

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

доктор техн. наук	<i>Л. Д. Белькинд,</i>
доктор биол. наук	<i>Л. Я. Бляхер,</i>
доктор физ.-мат. наук	<i>А. Т. Григорьян,</i>
доктор физ.-мат. наук	<i>Я. Г. Дорфман,</i>
академик	<i>Б. М. Кедров,</i>
доктор экон. наук	<i>Б. Г. Кузнецов,</i>
доктор биол. наук	<i>А. И. Купцов,</i>
доктор ист. наук	<i>Д. В. Ознобишин,</i>
доктор физ.-мат. наук	<i>И. Б. Погребысский,</i>
канд. техн. наук	<i>З. К. Новокшанова-Соколовская,</i> (ученый секретарь)
доктор хим. наук	<i>Ю. И. Соловьев,</i>
канд. техн. наук	<i>А. С. Федоров (зам. председателя)</i>
канд. техн. наук	<i>И. А. Федосеев,</i>
доктор хим. наук	<i>П. А. Фигуровский (зам. председателя)</i>
канд. техн. наук	<i>А. А. Чеканов,</i>
доктор техн. наук	<i>С. В. Шухардин,</i>
академик	<i>А. Л. Янин (председатель)</i>

Мы считаем оправданным требовать от научной теории, чтобы каждая гипотеза была плодотворной, т. е. из нее должны вытекать следствия, доступные эмпирической проверке. Каждая гипотеза, которая допускает предсказание, может рассматриваться как шаг в прогрессе науки до тех пор, пока она не будет заменена новой, более удачной, или более плодотворной.

А. Г. ГУРВИЧ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Научная деятельность Александра Гавриловича Гурвича, заполнившая почти 60 лет его жизни, охватывала широкий круг вопросов морфологии, физиологии, биохимии и биофизики. Он читал курсы анатомии, гистологии и эмбриологии, писал учебные руководства по этим предметам, но всегда оставался биологом в самом глубоком смысле этого слова. По складу ума А. Г. Гурвич был прежде всего теоретиком. Однако в своих теоретических построениях, касающихся как широких общепроизводственных проблем, так и любого специального вопроса, он никогда не отрывался от твердой почвы фактов, неустанно накапливая их в ежедневных лабораторных исследованиях. Ему была совершенно чужда форма работы по принципу «посмотрим, что получится». Все бесчисленные эксперименты и наблюдения, выполнявшиеся самим А. Г. Гурвичем или сотрудниками, которые работали под его руководством, были ориентированы на решение заранее поставленного вопроса; они были предварительно строго продуманы, и еще до опыта предусмотрены возможные выводы в зависимости от результата намеченного исследования.

«Наилучший путь для проверки справедливости той или иной идеи или гипотезы, — писал А. Г. Гурвич в статье,

напечатанной в 1915 г. в журнале «American Naturalist», — это проследить ее до самых последних, но логически неизбежных следствий, используя их для проверки выдвинутого предположения».

Если опыт не подтверждал лежащего в его основе теоретического построения, А. Г. Гурвич продумывал это построение снова, иногда решительно его видоизменял и планировал следующую серию опытов для проверки новой гипотезы.

Экспериментаторская изобретательность А. Г. Гурвича была поистине неистощимой. Он обладал даром конструировать приборы, нужные для решения поставленных вопросов, используя простейшие лабораторные материалы — стеклянные палочки и трубки, стеклянные и кварцевые пластинки, призмы и линзы, пробки и кусочки картона.

Начав на рубеже прошлого и нынешнего веков свою преподавательскую деятельность в Германии и Швейцарии, а с 1907 г. в России, А. Г. Гурвич стремился познакомить студентов и начинающих работников с основными общебиологическими проблемами (прежде всего с проблемами цитологии и эмбриологии). Уже в 1904 г. вышла на немецком языке его превосходная монография «Морфология и биология клетки», долгое время служившая для биологов всего мира одним из основных справочников по цитологии и во многих отношениях сохранившая научное значение до настоящего времени. В 1907—1909 гг. издан на немецком, русском и испанском языках «Атлас и очерк эмбриологии позвоночных и человека» — единственная в своем роде книга, в которой текст и изящные точные цветные рисунки (более 130) принадлежат одному и тому же автору.

Наряду с педагогической работой в Берне, а затем в Петербурге А. Г. Гурвич выполнил замечательную работу, которая легла в основу его положений о природе протоплазмы и связанной с ними теории биологического поля. (Речь идет об опытах интенсивного центрифугирования яиц

амфибий и иглокожих. Яйца, несмотря на глубокую деструкцию протоплазмы, сохраняли способность к дроблению.)

Продолжая исследования, ставившие целью выяснение соотношений между целым и частями в развивающемся организме, А. Г. Гурвич опубликовал серию работ: «О предпосылках и побуждающих факторах дробления и клеточного деления» (1909), «О детерминации, нормировке и случайности в онтогенезе» (1910), «Наследственность как процесс осуществления» (1912), «Механизм наследования формы» (1914), посвященных распределению митозов при дроблении и гастрюляции морского ежа, в корешках лука, в линзе и роговице куриного зародыша, а также поведению клеток при формировании центральной нервной системы. Позднее идеи, высказанные в этих ранних работах, получили развитие в небольшой монографии «Опыт синтетической биологии» (1923), в статьях 20-х годов и в книгах «Гистологические основы биологии» (1930) и «Теория биологического поля» (1944).

К 1923 г., когда А. Г. Гурвич был профессором Симферопольского университета, относится открытие им слабого ультрафиолетового излучения организмов, стимулирующего клеточное деление. Это излучение А. Г. Гурвич назвал митогенетическим. В последующие годы и до конца жизни А. Г. Гурвич детально изучал явления, связанные с митогенетическим излучением. Он установил влияние излучения не только на клеточное деление, но и на некоторые биохимические процессы. Содержание названных работ, а равно и исследований, посвященных теории биологического поля, подробно излагается в настоящей книге.

Трудно сколько-нибудь полно подвести итоги кипучей научной деятельности и работе мысли А. Г. Гурвича. Предлагаемая книга является попыткой решить эту задачу. Залогом успеха служит здесь то обстоятельство, что авторы книги в течение многих лет работали в лабораториях

А. Г. Гурвича, хорошо знакомы с его книгами и специальными работами, имели возможность изучить неопубликованные рукописи, автобиографические записи, располагали документальными материалами, письмами и воспоминаниями ряда лиц, близко знавших А. Г. Гурвича в разные периоды его жизни. Авторы книги выражают благодарность всем тем, кто оказал им дружескую помощь. Здесь в первую очередь должна быть названа Е. С. Биллиг, не только поделившаяся воспоминаниями о А. Г. Гурвиче, которые она сохранила за несколько десятилетий работы с ним, но и составившая список опубликованных работ А. Г. Гурвича. Ценными воспоминаниями об А. Г. Гурвиче поделились также Е. А. Гордон, А. А. Любичев, Э. В. Малеева, В. В. Половцева, И. И. Пузанов, В. А. Раввин и И. Д. Стрельников.

Все знавшие А. Г. Гурвича помнят его как человека, сохранявшего даже в преклонном возрасте все замечательные качества, которыми он был так щедро одарен: безукоризненную точность и строгость мышления, непоколебимую принципиальность, нетерпимость ко всяческой неправде, кристальную нравственную чистоту и благожелательность к людям.

Л. Бляжер

Биографический очерк

Александр Гаврилович Гурвич родился 27 сентября 1874 г. в Полтаве, в семье Гавриила Климентьевича Гурвича — полтавского нотариуса. Он был третьим (последним) ребенком: сестра Анна была на пять лет старше него, брат Лев — на два года. Для его матери, Сарры Емельяновны Гурвич, брак с Гавриилом Климентьевичем был вторым, и в годы раннего детства А. Г. Гурвича в семье жили и его сводные сестры — уже взрослые девушки.

А. Г. Гурвич рос в провинциальной интеллигентной семье. Материальные возможности его родителей были ограничены — семья жила на относительно небольшой заработок отца. Все же в доме был рояль, много книг и журналов. Время, свободное от работы в нотариальной конторе, Г. К. Гурвич отдавал серьезному чтению, преимущественно по истории, экономике и социологии. Вероятно, под влиянием отца интерес к истории пробудился у А. Г. Гурвича еще в детстве. Книги, относящиеся к различным историческим эпохам, оставались его любимым чтением на протяжении всей жизни.

Домашнее хозяйство, заботы о большой семье не поглощали всецело Сарру Емельяновну Гурвич. Она много читала, охотно встречалась с людьми, играла в шахматы и до глубокой старости увлекалась решением шахматных задач. Систематического образования она не получила, но благодаря живому уму и широким, как тогда говорили, «мужским» интересам стала по-настоящему образованной женщиной. Властная (в семье осуществлялся безусловный матриархат), деятельная, остроумная, она оказала большое влияние на всех своих детей.

Несмотря на недостаток средств, детей учили дома иностранным языкам и музыке. А. Г. Гурвич отличался природной музыкальностью. Еще мальчиком он начал учиться играть на рояле и позже достиг довольно высокого для любителя мастерства.

В Полтаве жил один из родственников А. Г. Гурвича Л. Е. Мандельштам — врач и музыкант-любитель. У него часто играли местные профессионалы и дилетанты, а иногда выступали и приезжавшие в Полтаву гастролеры. Классическая музыка на этих домашних концертах сформировала музыкальный вкус А. Г. Гурвича. Л. В. Белоусов — внук А. Г. Гурвича — вспоминает: «Больше всего времени вместе мы, наверное, провели за роялем, играя в четыре руки. Мы переиграли многие симфонии Бетховена, его же квартеты, Шуберта... Музыка значила для деда очень много и на склоне лет была, вероятно, единственной настоящей радостью и отдыхом... Любил он из классики почти все, но классика кончалась для него очень рано — пожалуй на Шумане, а из более поздних он признавал и любил очень одного Вагнера»¹.

Учился А. Г. Гурвич в полтавской классической гимназии, по его воспоминаниям, неплохо, интересуясь преимущественно историей и физикой. Биологические дисциплины в то время в гимназии не преподавали, а чтение популярных книг по биологии его не привлекало. Уже в старости Гурвич сопоставил свое юношеское равнодушие к биологии с увлечением этой наукой в продолжении последующих 60 лет его жизни. Он пришел к выводу, что, по-видимому, врожденного призвания к биологии, обусловленного специфической одаренностью и сравнимого с призванием к точным наукам, вообще не существует. Склонность к собиранию биологических коллекций, свойственная подросткам, переходит в увлечение систематикой, но не служит основой более глубокого интереса к общим проблемам биологии.

С гимназическими учителями у Гурвича сложились ровные отношения: без привязанности, но и без враждебности. Среди гимназистов у него было много друзей, но дружеские связи быстро распались после окончания гимназии. Неизменной с самого раннего детства оставалась только дружба с братом Львом. В течение всей жизни братьев

¹ Л. В. Белоусов. Воспоминания (рукопись).

связывала редкая близость, не только эмоциональная, но и интеллектуальная. Лев Гаврилович Гурвич, окончив гимназию, изучал химию в Киевском университете. Позже он стал выдающимся ученым — одним из создателей химии нефти.

Интересы и впечатления гимназической жизни совершенно тускнели в сравнении с пылким увлечением живописью, захватившим А. Г. Гурвича в те годы. «Мальчиком и юношей я был всецело поглощен живописью и мечтал лишь о том, чтобы стать художником», — вспоминал он позже.

Способности к рисованию проявились у Гурвича еще в детстве. В гимназии его рисунками заинтересовался учитель рисования и несколько лет давал ему частные уроки. Гурвич много работал и делал большие успехи. В стремлении стать художником его поддерживали учитель и родители, с доверием и уважением относившиеся к страстному увлечению сына. В 1892 г. Гурвич окончил гимназию, и выбор профессии не вызывал колебаний. Осенью того же года в возрасте 18 лет он уехал за границу с намерением поступить в Мюнхенскую Академию художеств.

В конце века Мюнхен — столица Баварского королевства — был крупным культурным центром Европы. Баварцы называли его «немецкими Афинами». Действительно, там была Академия наук, два великолепных музея живописи (Старая и Новая Пинакотеки), несколько картинных галерей, превосходные театры — оперный и драматический. Высшие учебные заведения — университет, технологический институт, Академия художеств, — а также большое число частных художественных школ и студий привлекали в Мюнхен множество молодежи не только со всех сторон Германии, но и из-за границы. Среди приезжих было немало и русских. В «Воспоминаниях»¹ знаменитого биохимика Рихарда Вильштеттера, учившегося в Мюнхене в те годы, упоминается о большой группе русских студентов в Технологическом институте. Учились в Мюнхене и русские художники: И. Э. Грабарь, В. А. Фаворский, А. В. Фонвизин.

Большой европейский город поразил молодого провинциала. Но потрясение, пережитое в Старой Пинакотеке,

¹ R. Willstätter. From my Life. The memoirs of Richard Willstätter. Amsterdam, 1965, p. 461.

вытеснило из его памяти все другие впечатления. До тех пор Гурвич видел в оригинале только картины, представленные на выставках, которые передвижники изредка устраивали в Полтаве. Картин привозили так мало, что выставки размещались в книжных магазинах. А Старая Пинакотекa — одно из лучших в Европе собраний картин старинных мастеров. Гурвич ходил в этот музей ежедневно, проводил там по многу часов, изучил его досконально.

Вскоре после приезда в Мюнхен Гурвич держал вступительный экзамен в Академию художеств и провалился. Легко представить себе горечь, испытанную юношей. Ведь любовь к живописи была для него «единственным ярким чувством призвания», как вспоминал он много лет спустя. Но реакция на поражение в Академии была стремительной и неожиданной: сразу после злополучного экзамена, буквально в тот же самый день, он подал заявление на медицинский факультет Мюнхенского университета.

Много позже, анализируя этот юношеский шаг, Гурвич вспоминал, что не только чисто практические соображения определили выбор факультета (медицина была в то время одной из немногих форм интеллигентного труда, доступных в России для евреев). Определенную роль сыграла случайно прочитанная им биография Гельмгольца, который говорил, «что очень ценит свое медицинское образование, давшее ему богатые возможности выбора дальнейшей научной деятельности». «Известную привлекательность имел для меня и энциклопедический характер первых двух лет преподавания — химия, физика, зоология, ботаника, анатомия, физиология, гистология»¹.

По числу студентов Мюнхенский университет относился к самым крупным в Германии. В состав его профессуры входило много известных ученых, особенно на естественном факультете, который Вильштеттер в своих воспоминаниях назвал «великим факультетом». Первое место среди таких выдающихся ученых принадлежало в то время Адольфу Бейеру, заменившему в 1875 г. на кафедре общей и органической химии прославленного Юстуса Либиха. На этой кафедре Бейер оставался до конца своей научной

¹ А. Г. Г у р в и ч. Автобиографические записи (1948—1952 гг.).

деятельности и в течение десятилетий оказывал огромное влияние на жизнь и работу факультета. Университетская лаборатория при кафедре химии, выстроенная и оборудованная под непосредственным руководством Бейера, долгие годы служила образцом для европейских и американских университетов. Кроме студентов в лаборатории работали сотрудники Бейера — Бюхнер, Тиле, Вильштеттер и много молодых ученых, приезжавших к Бейеру со всех концов света. В 1893 г. Бейер был ректором университета.

Морфологические дисциплины — анатомию, гистологию, эмбриологию — читал Карл Купфер, известный своими исследованиями по эмбриологии и сравнительной анатомии. В то время ему было уже около 70 лет. Небольшая лаборатория Купфера состояла из трех должностных лиц — двух ассистентов и прозектора. Но, как и у Бейера, в лаборатории постоянно работали студенты и приезжие ученые. В 1896—1897 гг. в их числе был А. Н. Северцев.

Единственный курс физиологии читал Карл Фойт. Ученик Либиха и Петтенкофера, Фойт работал почти исключительно в области физиологии обмена веществ и питания. Зоологию преподавал Рихард Гертвиг, ботанику — Людвиг Радлькофер.

Медицинский факультет возглавлял Гуго Цимссен (в 1890 г. он был ректором университета) — один из крупнейших клиницистов XIX века. Он читал курс патологии, а также курс общей и частной терапии.

Колоритной фигурой среди профессоров-медиков был Макс Петтенкофер, исследователь холерных эпидемий, один из основателей современной гигиены, ученый с большим кругозором и ярким темпераментом. Он читал курс гигиены. В наши дни он известен преимущественно благодаря трагикомическому научному подвигу. В споре с бактериологами школы Коха, доказывая значение состояния макроорганизма в развитии инфекционного заболевания, Петтенкофер вышил бульонную культуру холерных вибрионов и не заболел.

На первых двух курсах студенты-медики слушали основные предметы вместе со студентами различных отделений естественного факультета. По обычаю немецких университетов, студенты сами выбирали лекции и практические занятия, которые они намеревались посетить в данном

семестре. Каждый курс лекций и каждый практикум оплачивались отдельно, и из этих взносов составлялась плата за обучение.

В первом семестре А. Г. Гурвич записался на все основные курсы и усердно посещал лекции и лаборатории. Но особенно серьезно он занимался анатомией и химией, систематически обрабатывая лекции, дополняя их чтением учебников и руководств. Такой метод занятий — углубленное и тщательное изучение одного-двух предметов, основных для данного семестра, он сохранил до окончания университета.

Серьезное обучение естественным наукам большинство студентов-медиков считало обузой. Лекции они посещали неохотно, а на государственных экзаменах своими ответами доводили до иступления даже самых мягких и кротких экзаменаторов. Вильштеттер, принимавший вместе с «кротким» Рентгеном эти экзамены четверть века спустя в том же Мюнхенском университете, вспоминает, что язвительный Бейер часто говорил: «Господа медики могут спокойно спать, то что я сейчас рассказываю, я не буду спрашивать на экзамене»¹. Зато студенты, интересовавшиеся общими вопросами естествознания, получали серьезную подготовку, а иногда и вкус к научной работе, как это было с Гурвичем. Возникший у него интерес к биологии быстро расширялся и углублялся. Вскоре увлечение наукой уже не уступало по силе увлечению живописью. (Через несколько месяцев после провала на экзамене в Академию художеств (зимой 1893 г.) он начал заниматься в частной школе венгерского художника Холлоши, отдавая рисованию не менее 5—6 часов в день.)

Кроме лекций на медицинском факультете Гурвич слушал на историко-филологическом историю философии и архитектуры. Такое обилие разнообразных занятий заполняло до отказа день и даже часть ночи. И все же спустя много лет Гурвич вспоминал о чувстве одиночества, не оставлявшем его тогда. Несмотря на превосходное знание немецкого языка, родного для его матери — уроженки Прибалтики, Гурвич как-то не сошелся с товарищами. Большая часть студентов принадлежала к корпорациям,

¹ R. Willstatter. From my Life. The memoirs of Richard Willstatter. Amsterdam, 1965, p. 461.

хранившим чуть ли не средневековые обычаи. (Так, в биографии А. Н. Северцева, составленной по его воспоминаниям, описана «мензура» — дуэльный турнир корпорантов, на котором он присутствовал в Мюнхене в 1896 г.)¹ Заносчивые бурши гордо носили на лицах шрамы — следы дуэлей — и проводили вечера в мюнхенских пивных в компании с баварскими офицерами, ухаживая за чувствительными и нестрогими кельнершами. Этот образ жизни не привлекал Гурвича и был ему не по карману. Впрочем, в памяти друзей сохранился его рассказ об одной студенческой пирушке, в которой он принимал участие и оказал оригинальную помощь опьяневшему и потерявшему сознание студенту. Гурвич поставил пострадавшего на голову, что вызвало прилив крови к головному мозгу и привело его в чувство.

Поздним вечером, когда пивные закрывались, студенты направлялись к оперному театру и выстраивались в очередь за дешевыми билетами на вагнеровские циклы. В таких очередях с вечера до утра не раз стоял и Гурвич. В Мюнхене он впервые услышал музыку Вагнера и страстно увлекся ею.

Студенческие годы Гурвича отмечены постоянной нуждой. Материальное положение его родителей было в то время трудным. Трое детей учились в разных городах, ни один из них еще не имел заработка. Всем приходилось помогать, и каждому доставалось очень немного. У А. Г. Гурвича большая часть присылаемых ему денег уходила на плату за учение. Жил он в тесной и бедной комнатке, утром и вечером обходилась чаем с хлебом, обедать ходил в захудалый ресторанчик. Стремясь отрегулировать свой скудный бюджет, он за семестр вперед оплачивал ресторатору свой обед — одно и то же дешевое мясное блюдо. Вероятно, в эти годы сформировалось спартанское отношение к материальной стороне жизни, составлявшее сущность житейской философии А. Г. Гурвича до конца его дней. На летние каникулы он ездил в Россию к родителям.

Перейдя на третий курс, Гурвич забросил живопись. «После двух лет работы в хороших художественных школах Мюнхена я убедился, насколько скромны мои способ-

¹ Л. Б. Северцева. А. Н. Северцев. Биографический очерк, М., Изд-во АН СССР, 1946.

ности к живописи, и на печальных примерах жалких неудачников, которых всегда так много в таких школах, я убедился также в факте частого абсолютного несоответствия между чувством «призвания», т. е. горячей любви к искусству, и способностями. Я во второй раз пережил маленькую внутреннюю драму и с третьего курса окончательно бросил мечты о живописи и с головой окунулся в науку»¹. Отказавшись от деятельности художника, Гурвич навсегда сохранил горячий интерес к живописи как зритель.

С третьего курса Гурвич начал научную работу в лаборатории Купфера. Позже он рассказал, что привело его на кафедру анатомии. «Чем определился выбор специальности, особенно трудный ввиду разнообразия моих интересов? При давних моих симпатиях к физике естественнее всего было бы ожидать, что я выберу специальностью физиологию, тем более что ее превосходно читал старый Фойт. Помешало этому чисто внешнее обстоятельство: работать в его институте можно было только в биохимическом направлении, интерес к которому у меня был очень слаб. Поэтому, и лишь поэтому, я обратился к гистологии и эмбриологии, которые при их тогдашнем направлении, собственно говоря, были совершенно чужды всему складу моего ума. Гистология того времени была чисто морфологической дисциплиной, я бы сказал, с крохоборческими интересами; эмбриология была всецело в плену туманных эволюционных представлений в стиле Геккеля (биогенетический закон), и горячие дискуссии по мнимым проблемам вроде универсальности гастрюляции живо напоминали средневековые диспуты...»²

С приходом в лабораторию Купфера Гурвич отказался не только от деятельности художника, но и от профессии практического врача. Он продолжал учиться на медицинском факультете, но интересы его уже определились бесповоротно. В лаборатории царил дух научной свободы: работавших там молодых ученых не принуждали придерживаться ни научных концепций Купфера, ни круга занимавших его вопросов.

Первая работа А. Г. Гурвича, опубликованная в 1895 г., посвящена исследованию действия химического состава среды на формативные процессы при эмбриональ-

¹ А. Г. Г у р в и ч. Автобиографические записи (1948—1952 гг.).

² Там же.

ном развитии амфибий. По позднейшей суровой оценке самого Гурвича работа эта в научном отношении незначительна. Но она ввела его в круг объективных, независимых от толкования фактов, которыми он был «пленен». «Именно при первом ознакомлении с процессами развития я испытал то чувство удивления, даже чуда, которое, по справедливому замечанию Аристотеля, «есть мать науки», и это ощущение чуда эмбрионального развития не покидало меня с тех пор и определило все направление моей научной работы»¹.

На старших курсах затворнический образ жизни Гурвича несколько изменился. Он сблизился с сотрудниками Купфера, особенно с прозектором Александром Бёмом — талантливым и оригинальным исследователем и блестящим знатоком гистологической техники. Несмотря на значительную разницу в возрасте, (в 10—15 лет), у Гурвича установились с Бёмом товарищеские отношения. Позже Гурвич тепло вспоминал свои первые научные стычки и дебаты с известным ученым. Бём был другом А. Н. Северцева, приезжавшего в те годы учиться у него гистологической технике. Гурвич близко сошелся с Северцевым и с молодым американцем Гербертом Нилом, работавшим у Купфера.

Специальные медицинские дисциплины и работа в клиниках, по-видимому, не интересовали Гурвича, уже заваченного исследовательской работой. Во всяком случае, впоследствии он редко и мало рассказывал о своих занятиях медициной.

В 1897 г. А. Г. Гурвич сдал государственные экзамены и защитил диссертацию. Диссертационная работа была основана на экспериментальных данных его первых исследований над эмбриогенезом амфибий. После окончания университета он еще год оставался в Мюнхене, продолжая работать в лаборатории Купфера (при этом он оплачивал, по принятому в Германии порядку, свое рабочее место). Одновременно для заработка он стал частным ассистентом знаменитого зоолога Эмиля Зеленка и обрабатывал материал по человекообразным обезьянам, привезенный Зеленка из путешествия на острова Малайского архипелага. Исследование эволюции человекообразных обезьян, основанное на детальном изучении эмбриологии

¹ Там же.

и анатомии, принесло Зеленка мировую известность. Обработка материала включала зарисовки анатомических и гистологических препаратов, и Гурвичу очень пригодилось умение рисовать. Хотя вообще А. Г. Гурвич был очень далек от проблем эволюции, работа с Зеленка вызвала у него кратковременное увлечение антропологией. В отношениях с сотрудниками Зеленка был неизменно благожелателен и даже добродушен, однако преисполнен сознания собственной значительности, основанного как на научных заслугах, так и на родовитости происхождения. Сочетание этих свойств придавало манере ученого комическую величавость. Гурвич со смехом вспоминал, как торжественно выплывал Зеленка из своего кабинета только для того, чтобы угостить ассистентов конфетами.

Закончив работу у Зеленка, А. Г. Гурвич уехал в Россию и при Киевском университете сдал экзамены на звание лекаря, необходимое тогда закончившим медицинский факультет за границей для практической медицинской работы в России. Но профессия врача его не привлекала, а возможности научной работы вне высших учебных заведений (в то время недоступных для евреев) были очень ограничены. Поэтому, не найдя подходящей работы, Гурвич охотно принял приглашение профессора анатомии Густава Швальбе занять должность его ассистента в Страсбургском университете и в 1899 г. снова уехал за границу.

Страсбург — центр Эльзас-Лотарингии (в то время немецкой «имперской области», присоединенной к Германии после франко-прусской войны) — был небольшим городом со старинным университетом, гораздо меньшим, чем Мюнхенский. В этом университете Гурвич встретил Тиле — своего преподавателя химии. Теперь они были уже коллегами. Кафедру фармакологии занимал известный тогда ученый Освальд Шмидберг, поставивший фармакологию на научные рельсы, введя в нее эксперимент. Кафедру зоологии возглавлял эволюционист Александр Гетте. Как и в Мюнхене, физиологи Франц Гофмейстер и Рихард Эвальд работали преимущественно над физиологией обмена веществ; ботанику читал Герман Сольмс — систематик и палеоботаник, а все морфологические дисциплины — Густав Швальбе. Хотя ассистентские занятия по анатомии отнимали много времени, А. Г. Гурвич продолжал интенсивно работать по различным вопросам гистогенеза и



А. Г. Гурвич, 1898 г.

гистофизиологии. Швальбе его исследовательской работой не интересовался, и отношения между молодым ассистентом и профессором оставались чисто служебными. «Вполне естественно, что первые годы своей научной работы я плыл по течению, т. е. занимался господствовавшей тогда описательно-спекулятивной гистологией... Наиболее ярким представителем этого направления можно считать Гейденгайна. Сущность его заключается в совершенно произвольном и как бы неудержном толковании гистологических картин и создании на основании этих толкований висящих в воздухе понятий и теорий... Впервые это жалкое состояние цитологии стало для меня проясняться при работе над гистогенезом мерцательных клеток, приступая к

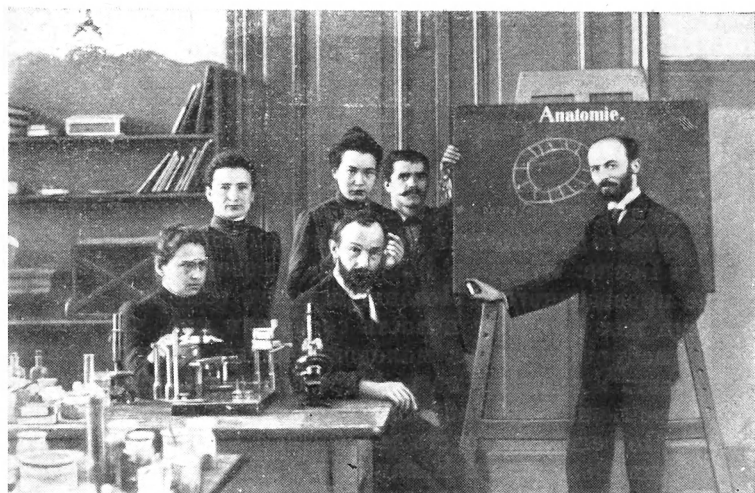
которой я свято верил в возможность идентифицирования центрозом à la Гейденгайн. Совершенно неожиданные для меня результаты исследования открыли мне глаза на бессмысленность господствовавших тогда представлений относительно «кинетических центров» и т. д.»¹

В Страсбурге, будучи уже самостоятельным исследователем, Гурвич, по его собственным утверждениям, еще не нашел себя. Проведенные там исследования не объединены общей идеей и носят случайный характер. «Не нашедший себя начинающий научный работник берет совершенно случайные темы и переживает при этом горячее увлечение довольно интересной вначале и часто пустяковой темой. Если такой период маленьких увлечений затягивается чрезмерно, он накладывает неизгладимую печать на всю научную деятельность тех, кто по злому, но меткому немецкому обозначению называется «чернорабочими науки». Научные журналы полны таких работ. Мой личный чернорабочий период длился также непомерно долго — около 10 лет»². Такая оценка первого периода своей научной работы, сделанная А. Г. Гурвичем 50 лет спустя, несправедлива. В те годы, работая над разнородными вопросами и объектами, он освободился от «висящих в воздухе понятий и теорий» и заложил основу общепаразитического подхода ко всем явлениям и проблемам биологии, характерного для его дальнейшей научной деятельности.

В 1899 г. в Страсбург из Одессы приехал и поступил на физико-математический факультет племянник Гурвича, Леонид Исаакович Мандельштам (впоследствии один из замечательных русских физиков). Дядя был всего на пять лет старше племянника, и их связывала старая дружба. Подружился Гурвич и с товарищем Л. И. Мандельштама, русским студентом-физиком Николаем Дмитриевичем Папалекси (позже академик, известный специалист в области физики колебаний). Спортсмен и турист, Папалекси приохотил Гурвича к дальним пешеходным прогулкам, и они часто экскурсировали вдвоем в окрестностях Страсбурга. Постоянное общение с молодыми физиками поддерживало у Гурвича давний интерес к физике, совершенно несвойственный биологам его поколения.

¹ А. Г. Г у р в и ч. Автобиографические записи (1948—1952 гг.).

² Там же.



*А. Г. Гурвич стоит у доски
(сидят Г. Штрассер и Л. Д. Фелицина), 1902 г.*

В 1901 г. А. Г. Гурвич получил предложение занять должность приват-доцента и ассистента кафедры анатомии в Бернском университете. Эту кафедру возглавлял Ганс Штрассер. Гурвич принял предложение и к осени перебрался в Берн, после того как провел в Цюрихе летний семестр, замещая ассистента кафедры физиологии Цюрихского университета.

Берн — столица союза швейцарских кантонов — в то время представлял собою совсем небольшой городок (в нем насчитывалось около 50000 жителей) с провинциальным бюргерским укладом. Однако в Бернском университете происходил постоянный обмен учеными с университетами Германии, и по составу профессоров он не уступал лучшим немецким. Берн славился клиническим отделением своего медицинского факультета. Коллегами Гурвича оказались самые знаменитые врачи того времени: хирург Эмиль Кохер (позже лауреат Нобелевской премии), диагност и клиницист Герман Сали.

В те годы в Швейцарии училось много русских студентов из числа революционной молодежи, вынужденных

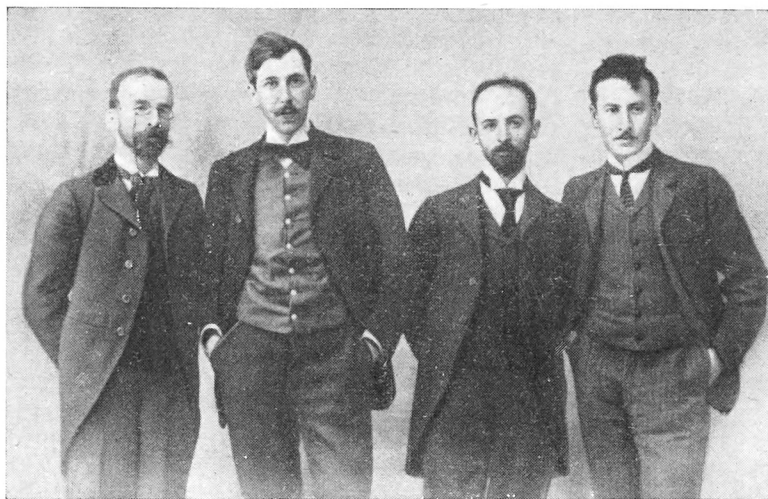
эмигрировать. Много было и русских студенток-медичек, так как поступить в швейцарские университеты было гораздо проще, чем в единственный доступный для женщин в России Петербургский женский медицинский институт.

Одна из студенток, Вера Викторовна Половцева, впоследствии ассистентка А. Г. Гурвича, связанная с ним и с его семьей долголетней дружбой, так вспоминает о Гурвиче в Берне: «Когда в 1902 году я возвратилась в Берн после проведенного в Лозанне зимнего семестра, мои товарищи как большую новость сообщили мне, что в Берн из Страсбурга приехал молодой ученый, который занял должность ассистента на кафедре анатомии, что он объявил курс лекций по эмбриологии и читает его очень интересно. Под его руководством работают над диссертациями студентки Фелицина и Казакова и очень довольны. Скоро меня с ним познакомили — это был А. Г. Гурвич... Среди профессуры медицинского факультета он резко выделялся своим живым темпераментом, инициативой и образным изложением лекционного материала. Он внес свежую струю в тихую жизнь кафедры, что, по-видимому, не нравилось профессору Штрассеру, и у них создались натянутые отношения.

Мне также предстояло начать работу над диссертацией... и, по совету Л. Д. Фелициной, я обратилась к А. Г. с просьбой дать мне тему. Он охотно согласился, и я под его руководством проводила экспериментальную работу на тему о функциональном значении внутриклеточных фибрилл в одном виде цилиндрического эпителия... Л. Д. Фелицина работала над проницаемостью клеточной оболочки железистых клеток надпочечника»¹.

В Берне А. Г. Гурвич провел четыре года. По его суровому приговору, эти годы относились еще к «чернорабочему» периоду его научной биографии. Но в Берне (и на биологической станции Виллафранка, расположенной на французском побережье Средиземного моря) были сделаны важнейшие экспериментальные работы о митозах в центрифугированных яйцах амфибий. Они послужили основанием для далеко идущих теоретических выводов и в конце концов — для отрицания «оптической» гистологии и создания гистологии «конструктивной». Здесь он за-

¹ В. В. Половцева. Воспоминания (рукопись).



*Л. Г. Гурвич (крайний слева), А. Г. Гурвич (второй справа)
и Л. И. Мандельштам (крайний справа), 1902 г.*

кончил большое исследование физиологии и морфологии почечных клеток (начатое еще в Страсбурге), прочел свой первый курс лекций — приват-доцентский курс эмбриологии, наконец, написал свою первую книгу «Morphologie und Biologie der Zelle», принесшую ему признание и известность. В Берн А. Г. Гурвич приехал подающим большие надежды молодым исследователем, а уехал известным ученым с выраженной творческой индивидуальностью.

«Morphologie und Biologie der Zelle» — первая книга, написанная в течение года, по словам Гурвича, «знаменовала, по-видимому, бессознательный перелом в моем научном мышлении и являлась в известной мере парадоксом. Несомненно, я был при ее писании ортодоксом, т. е. относился с полным уважением к ряду установленных, но имеющих очень малую ценность понятий, признавал за факты многие неверные, условно толкуемые наблюдения. Наряду с этим, по-видимому, по самому ходу работы над книгой все ярче проявлялась свойственная мне особенность — «мысленное выжимание фактов», т. е. получение

исчерпывающих выводов из чужих наблюдений, выводов, большей частью ускользающих от авторов наблюдений»¹.

Важной вехой в научной жизни А. Г. Гурвича явился съезд анатомов в Иене в 1904 г., где он доложил свои исследования над митозом в центрифугированных яйцах амфибий. Доклад был принят доброжелательно и вызвал безусловный интерес, особенно у присутствовавших на съезде Вильгельма Ру и Ганса Дриша, с которыми у Гурвича тогда же установился контакт, сначала только научный, а позже и дружеский. Дружба с Ру не прерывалась до самой его смерти в 1924 г. А. Г. Гурвич написал большой некролог Ру.

Нет оснований говорить о прямом влиянии работ Ру на научную деятельность Гурвича. Все же следует отметить, что уже первые эмбриологические исследования Гурвича, выполненные в лаборатории Купфера, методологически ближе направлению Ру, чем описательным работам Купфера. Хотя более поздние концепции А. Г. Гурвича не укладывались в рамки представлений, которые развивал Ру, он всегда очень благожелательно и с большим интересом следил за работами Гурвича и высоко ценил его. «Самобытный мыслитель, многое видящий и оценивающий иначе, чем другие», — писал Ру в рецензии на книгу Гурвича «Лекции по общей гистологии». В 1921 г., когда умер Оскар Гертвиг, Ру обратился с письмом к берлинским профессорам, рекомендуя пригласить на освободившуюся кафедру А. Г. Гурвича.

Научная связь с Дришем оборвалась после того, как в 1910 г. он совершенно отошел от экспериментальной работы, а затем и от биологии вообще и занялся общими вопросами философии.

В годы работы в Берне А. Г. Гурвич сблизился с Альбрехтом Бете — впоследствии одним из ведущих ученых в области физиологии. Дружба с Бете также продолжалась несколько десятилетий.

В Берне Гурвич жил при университете. «Ему отвели маленькую комнату в анатомическом институте, — вспоминает В. В. Половцева, — меблировка которой состояла из пианино, стола, двух стульев и кровати. Приходивших к нему он угощал чаем, который кипятил на газовой горелке и разливал в только и имевшиеся у него два стакана.

¹ А. Г. Г у р в и ч. Автобиографические записи (1948—1952 гг.).

В столовую А. Г. не ходил и сам что-то себе готовил. Видимо, потребности у него были очень скромные, и о своем благополучии он не думал. В общении с людьми в нем привлекала живость характера и готовность содействием или советом помочь попавшему в беду человеку, а также его исключительная принципиальность»¹. Эти строки В. В. Половцевой относятся к А. Г. Гурвичу в молодости. Но все, кто встречались с ним в разные периоды его долгой жизни, неизменно отмечают те же черты: живость, деятельную доброту и высокую принципиальность.

В 1903 г. А. Г. Гурвич женился на русской студентке-медичке Лидии Дмитриевне Фелициной, делавшей диссертационную работу под его руководством. Л. Д. Фелицина родилась в Ростове Великом. У ее отца, священника Д. Н. Фелицина, было шестеро детей, и все, кое-как перебиваясь на отцовское жалованье, окончили средние учебные заведения. На получение высшего образования с помощью отца рассчитывать не приходилось. Лидия Дмитриевна и ее старшая сестра Мария Дмитриевна после окончания гимназии стали работать сельскими учительницами и на заработанные деньги продолжали учебу. Лидия Дмитриевна поехала в Москву, окончила там фельдшерские курсы, работала фельдшерницей в психиатрической клинике. Она увлеклась психиатрией. Отложив из фельдшерского жалованья необходимый минимум денег, в 1899 г. Лидия Дмитриевна отправилась в Берн и поступила на медицинский факультет. Она была очень популярна среди студентов русской колонии в Берне и со многими «бернцами» надолго сохранила дружеские отношения.

При вступлении в брак Л. Д. Фелицина проявила мужество и принципиальность. Единственно законным браком в России являлся церковный брак, а совершение обряда венчания православных с евреями православная церковь не допускала. Обход этого препятствия заключался в переходе евреев в христианство. Как А. Г. Гурвич, так и Л. Д. Фелицина были атеистами, но вынужденную перемену религии считали унижительным лицемерием. Для А. Г. Гурвича крещение автоматически устраняло все препятствия, стоявшие перед евреями на пути профессиональной научной деятельности в России. Это обстоятель-

¹ В. В. Половцева. Воспоминания (рукопись).

ство еще более усиливало в их глазах недопустимость такого крещения. И они ограничились регистрацией брака в мэрии, отлично зная, что перед лицом русского законодательства окажутся в положении «состоящих в незаконном сожителстве». Принятому решению они остались верны и после возвращения в Россию: дочь Наталья, родившаяся в 1905 г., и Анна — в 1909 г., считались «незаконнорожденными». Семейная жизнь А. Г. и Л. Д. Гурвичей была узаконена только после революции.

В 1904 г. Л. Д. Гурвич закончила медицинский факультет. Позже она оставила медицину и стала постоянной сотрудницей своего мужа. Л. Д. Гурвич сыграла огромную роль не только в личной жизни А. Г. Гурвича, но и в его научном творчестве.

После женитьбы Гурвич прожил в Берне еще два года. В 1905 г. военное ведомство потребовало его немедленного возвращения в Россию: шла русско-японская война, а после сдачи лекарского экзамена Гурвич состоял в числе военнообязанных врачей. С отъездом из Берна закончился период работы А. Г. Гурвича за границей.

Из Берна А. Г. Гурвич направился в Полтаву, где сразу же был мобилизован и получил назначение в тыловой полк, расквартированный в Чернигове. Обязанности полкового врача в тылу ограничивались санитарным надзором, в то время достаточно примитивным, и оказанием первой помощи при несчастных случаях.

После напряженной научной и преподавательской работы в Берне жизнь в Чернигове угнетала бездеятельностью. К счастью, у Гурвича был небольшой походный микроскоп и привезенный из Берна уже обработанный эмбриологический материал. «Спасаясь от безделья», он написал руководство по эмбриологии и сделал к нему по собственным препаратам свыше 100 цветных рисунков. Эта книга — «Атлас и очерк эмбриологии позвоночных» была издана в 1907—1909 гг.

Вместе с А. Г. Гурвичем в Чернигов приехали его жена и маленькая дочь. Л. Д. Гурвич сразу же начала работать врачом в городской больнице.

Весной 1906 г. после окончания войны Гурвича демобилизовали. Оказавшись без работы и без определенных перспектив, он поехал с женой и дочерью на лето в Ростов Великий. Семья Л. Д. Гурвич с редким пониманием отнеслась к ее не вполне «ортодоксальному» браку и иск-

рение привязалась к А. Г. Гурвичу. Как это ни странно, но именно в Ростове в обстановке летнего отдыха, без каких бы то ни было научных занятий и контактов А. Г. Гурвич «нашел себя». «В течение почти 3 месяцев я жил без лаборатории и без книг и мучимый бездеятельностью решил поставить себе вопрос: что значит, что я называю себя биологом, и что собственно я хочу знать?»¹. Ответ на этот вопрос А. Г. Гурвич искал в анализе частного случая — проблемы сперматогенеза.

Этот процесс уже тогда был так детально прослежен, что из точных рисунков последовательных его этапов (сделанных Мёвесом) удалось бы смонтировать мультипликационный фильм. И несмотря на это, сперматогенез оставался самодовлеющей проблемой. Гурвич пришел к выводу, что в ее решении его удовлетворило бы отыскание связующего фактора между отдельными элементарными, одновременно протекающими процессами, на которые можно разложить эволюцию сперматиды. Каждый из таких процессов предположительно может иметь сравнительно простое (физико-химическое) толкование. Представление о связях между отдельными синхронно протекающими событиями биологического явления как о его биологической сущности, сформулированное тогда для частного примера, позже в расширенном виде легло в основу главных теоретических построений Гурвича, определило его «угол зрения» в биологии.

Отказавшись от мысли о возвращении за границу, осенью 1906 г. А. Г. Гурвич из Ростова Великого направился в Петербург. (Там жил его брат Лев Гаврилович.) Его сразу же пригласил П. Ф. Лесгафт работать в Петербургской биологической лаборатории. Это было частное научное учреждение, основанное Лесгафтом в 1893 г. на средства его учеников. При лаборатории существовало также частное высшее женское учебное заведение, организованное в 1896 г. под нелепым названием — единственным, которое разрешило министерство просвещения, — «Курсы для воспитательниц и руководительниц физического образования». Наряду с элементами спорта и гимнастики слушательницы курсов изучали некоторые биологические дисциплины в объеме естественного отделения университета. После революции 1905 г. эти курсы были расширены в

¹ А. Г. Г у р в и ч. Автобиографические записи (1941 г.).

«Вольную высшую школу». В их состав вошли курсы для рабочих и народный университет. В 1907 г. правительство закрыло их за революционную деятельность студентов, а в 1909 г. вновь открыло под названием «Курсы П. Ф. Лесгафта». После Октябрьской революции биологическая лаборатория превратилась в Научно-исследовательский институт имени П. Ф. Лесгафта, а курсы — в Ленинградский институт физической культуры имени П. Ф. Лесгафта.

Биологическая лаборатория и курсы были тесно связаны: ученые, работавшие в лаборатории, преподавали на курсах. В отчете за 1906 г. указано, что А. Г. Гурвич заведовал практическими занятиями по гистологии. Пребывание А. Г. Гурвича в лаборатории было коротким — всего несколько месяцев — и не оставило следа в его научном творчестве, но там установились его первые в России научные контакты. Коллегами Гурвича оказались интереснейшие русские зоологи, ученики А. О. Ковалевского — С. И. Метальников и К. Н. Давыдов. Знакомство с Метальниковым скоро перешло в дружбу, продолжавшуюся до отъезда его за границу. В этой же лаборатории Гурвич подружился с зоологом Е. А. Шульцем.

В 1907 г. А. Г. Гурвич был избран профессором анатомии и гистологии Высших женских Бестужевских курсов. На место ассистентки кафедры пригласили В. В. Половцеву, вернувшуюся в Россию еще в 1904 г., сразу после окончания Бернского университета.

История кафедры не лишена интереса. При основании Бестужевских курсов в 1878 г. лекции по анатомии и гистологии составляли часть курса «Нормальной физиологии животных», который читал академик Ф. В. Овсянников. В 1881 г. он оставил себе только эти лекции, а для преподавания физиологии пригласили И. М. Сеченова. В 1886 г. прием на курсы был прекращен, и самое их существование стояло под угрозой. После возобновления приема в 1889 г. из программы оказались исключенными все биологические дисциплины. Однако спустя несколько лет началось постепенное их восстановление. Первыми возобновились лекции по ботанике (в 1895 г.), затем по зоологии (в 1897 г.), наконец по физиологии (в 1902 г.). Преподавание анатомии и гистологии Бестужевским курсам разрешили лишь в 1906 г. в числе прочих «льгот», завоеванных высшими учебными заведениями в революции 1905 г.

В 1907 г. А. Г. Гурвич и В. В. Половцева начали работу на Бестужевских курсах с организации кафедры. «В первый год существования, — вспоминает В. В. Половцева, — наша кафедра занимала одну комнату с перегородкой, за которой помещался «кабинет» профессора и ассистента; в остальном помещении мы проводили практические занятия по гистологии. Все препараты для занятий А. Г. давал из своих коллекций. Так как в программу не входили занятия на трупах, лекции по анатомии иллюстрировались демонстрацией в эпидиаскоп прекрасных цветных таблиц Соббота. Через год кафедру перевели в большое светлое помещение на 5 этаже... Были отпущены средства на покупку необходимого оборудования. Я занималась приготовлением препаратов, к качеству которых А. Г. предъявлял очень высокие требования. Практические занятия состояли в изучении и зарисовке препаратов, соответственно приложенным объяснениям; руководили занятиями первое время мы оба, затем это было доверено мне. Вскоре многие слушательницы выразили желание познакомиться с гистологической техникой, и для них А. Г. организовал «большой практикум», где наряду с изготовлением препаратов они изучали готовые, по расширенной программе. По окончании этого практикума несколько слушательниц решили продолжать работу в лаборатории. Из них составила группа «специалисток», которым были розданы небольшие темы по гистологии или эмбриологии. Для повышения их научной квалификации А. Г. организовал семинары, на которых кроме него и меня делали доклады и некоторые из «специалисток».

Все занятия на кафедре посещались хорошо, но наибольшим успехом пользовались блестящие лекции по гистологии, особенно главы о клетке, насыщенные данными из собственных работ А. Г. Они привлекали не только слушательниц разных курсов, но и разных факультетов¹. Профессор А. А. Любищев, несколько лет работавший ассистентом А. Г. Гурвича (с 1915 г. на Бестужевских курсах, позже в Крымском университете), подробно описал его лекции: «Я прослушал полный курс гистологии. Обладая огромной эрудицией, Гурвич почти не готовился к лекциям, но все его лекции поражали исключительной сжатостью, строгостью и последовательностью. Несом-

¹ В. В. Половцева. Воспоминания (рукопись).

ненно, что сжатость была чрезмерной... Он неоднократно признавался в опасении, что ему не хватит материала для лекции. Неужели так оно и было? Конечно, нет, но он не считал себя вправе загромаждать лекцию второстепенными подробностями, касаться несущественных моментов, повторять уже изложенное, стремиться сделать свою лекцию более доступной. Поэтому слушание его лекций было нелегким делом.

А. Г. Гурвич любил цитировать Гельмгольца: «Университетский преподаватель должен исходить из предположения, что в его аудитории сидят лучшие головы молодого поколения». Но совершенно ясно сознавал, что вероятность нахождения таких «лучших голов» в его аудитории невелика. Он часто говорил, что боится смотреть в глаза слушательницам, увидеть непонимание, равнодушие или скуку»¹.

Докторская степень, полученная А. Г. Гурвичем при окончании Мюнхенского университета, не давала права на русское звание доктора медицины. В глазах официальной русской науки Гурвич оставался «лекарем», что совершенно не мешало ему занимать кафедру на Бестужевских курсах. Все же в 1908 г. в Юрьевском университете он защитил докторскую диссертацию «О явлениях регуляции в протоплазме». На предварительных экзаменах произошел курьез: знаменитый старый анатом Август Раубер, рассердившись на «вольнодумное» отношение Гурвича к чисто описательным наукам, чуть было не срезал его на экзамене по анатомии.

Первые годы после возвращения из-за границы были во всех отношениях трудными: осенью 1908 г. умер отец А. Г. Гурвича, через несколько месяцев умерла его мать. «Много сил и времени пришлось потратить на самое скудное житейское устройство семьи».² Но постепенно жизнь в Петербурге налаживалась: Л. Д. Гурвич начала работать психиатром в больнице Николая Чудотворца, жили они в достаточно просторной квартире неподалеку от Бестужевских курсов. За детьми присматривала няня, и А. Г. Гурвичу реже приходилось применять присущую ему способность Юлия Цезаря — делать несколько дел одновременно. Он часто встречался с братом Л. Г. Гур-

¹ А. А. Любичев. Воспоминания (рукопись).

² А. Г. Гурвич. Автобиографические записи (1948—1952 гг.).

вичем. В 1910 г. у А. Г. Гурвича обнаружилось заболевание почек, врачи рекомендовали климатическое лечение, и лето этого года он провел с семьей в Италии (Виарреджиа). Тогда Гурвич впервые побывал в Риме и Венеции, и впечатления от короткого посещения памятников античной архитектуры и картинных галерей остались на многие годы ярчайшими воспоминаниями. Снова он попал в эти города лишь четверть века спустя и, по его словам, оказалось, что он до деталей помнил поразившие его при первой встрече шедевры итальянского искусства.

В 1910—1912 гг. А. Г. Гурвич подготовил к печати «Лекции по анатомии, с элементами гистологии и эмбриологии», изданные в 1911 г. на русском языке, и «Лекции по общей гистологии», опубликованные в Германии в 1913 г. Обе эти книги предназначались для студентов естественных факультетов. На Бестужевских курсах одновременно с преподаванием А. Г. Гурвич занимался интенсивной исследовательской работой. «Однако, — как вспоминает В. В. Половцева, — несмотря на мои просьбы, отказывался познакомить меня со своими темами, говоря, что не хочет морочить мне голову своими «завиральными идеями»¹.

Что же это были за темы? «В Петербурге, — вспоминает А. Г. Гурвич, — я повторил и расширил первоначальные опыты по центрифугированию яиц тритона, и полученные новые результаты вывели меня наконец на широкий путь, приведший посредством сложной цепи соображений и исследований к новым представлениям о клеточном делении»².

Не только новизна представлений Гурвича, но и методология его работ — стремление довести до логического конца выводы из экспериментальных данных и наблюдений, привлечение аналогий и понятий из других областей естествознания — сообщали этим работам крайнюю необычность, которую он сам сознавал и в шутку определял как «завиральность». Экспериментальные исследования и теоретические выводы из них были тогда же опубликованы, преимущественно в немецких журналах. Некоторые работы А. Г. Гурвич докладывал на семинарах своей кафедры или в Особой зоологической лаборатории Академии наук, а также в Петербургском биологическом обществе.

¹ В. В. Половцева. Воспоминания (рукопись).

² А. Г. Гурвич. Автобиографические записи (1948—1952 гг.).

В те годы университетские биологи в Петербурге были объединены в Обществе естествоиспытателей при университете, состоявшем из отделения зоологии (к которому относились и морфологические дисциплины), ботаники и физиологии животных. Зоологическое отделение возглавляли профессор В. М. Шимкевич, А. С. Догель, В. Т. Шевяков и К. М. Дерюгин. Все они были ортодоксальными дарвинистами, доктрину эволюции считали основным направлением биологии, их работы и интересы не выходили за пределы систематики, экологии, зоогеографии и чисто описательных, подсобных для систематики, морфологических наблюдений. К введению эксперимента в морфологические дисциплины большинство из них относилось пренебрежительно, равно как и к общим биологическим проблемам, которые они рассматривали как «беспредметное философствование». Никакого научного общения между различными отделениями этого общества не было.

В Академии наук, при Особой зоологической лаборатории, которую возглавлял А. О. Ковалевский, а после его смерти — В. В. Заленский, существовал научный кружок, объединявший биологов, работавших в Академии, в Биологической лаборатории Лесгафта и на Бестужевских курсах. Члены этого кружка называли его несколько иронически «кружок маленьких биологов», подчеркивая необоснованное высокомерие «больших» университетских профессоров. Душой этого кружка был С. И. Метальников, работавший в особой зоологической лаборатории и на курсах Лесгафта. (Он был избран директором курсов в 1910 г., после смерти их основателя.) Интересы «маленьких биологов» имели более широкий, общеприродоведческий характер. К их числу принадлежали коллеги и друзья А. Г. Гурвича: С. И. Метальников, К. Н. Давыдов, В. А. Фаусек — профессор зоологии и первый выборный директор Бестужевских курсов, Е. А. Шульд. А. Г. Гурвич, естественно, примкнул к этому кружку.

По свидетельству И. Д. Стрельникова, «наиболее видным представителем вышеуказанной группы молодых биологов (т. е. участников кружка «маленьких биологов») был А. Г. Гурвич»¹. Собрания кружка постоянно посеща-

¹ И. Д. Стрельников. А. Г. Гурвич в Петербурге (1906—1917 гг.) и его деятельность в Биологическом обществе (рукопись).

ли и некоторые молодые университетские зоологи — Ю. А. Филипченко, С. А. Аверинцев, Я. К. Дембовский.

В начале 1912 г. по инициативе неутомимого С. И. Метальникова было организовано Петербургское биологическое общество. В сопроводительном письме, разосланном вместе с уставом нового общества, сказано, что в состав его «входят медики, зоологи, ботаники, физиологи и другие лица, занимающиеся разработкой биологических вопросов». Характерной особенностью этого общества было отсутствие отделений: председателем общества на первые четыре года был избран академик А. С. Фаминцын — ботаник, а с 1916 г. И. П. Павлов — физиолог. Устав общества был тот же, что и французского *Société de Biologie*. Доклады, сделанные на его собраниях, печатались по-русски в «Известиях Петербургской биологической лаборатории» и по-французски в «*Comptes rendus de la Soc. de Biologie*».

А. Г. Гурвич принимал активное участие в деятельности этого общества, посещал собрания, докладывал свои работы и работы своих учениц по Бестужевским курсам. В 1913 г. он доложил работу М. В. Сорокиной «О периферической нервной системе насекомых при метаморфозе», в 1914 г. на собрании, происходившем в большом конференц-зале Академии наук под председательством Н. А. Холодковского, сделал доклад «В чем сущность рационального учения о наследственности», в 1915 г. выступил с докладом «Памяти Бовери», в 1916 г. прочел доклад Субботиной «О регуляционной способности зародыша асцидий». Доклад «О причинах клеточного деления» А. Г. Гурвич сделал на последнем собрании Биологического общества, состоявшемся 10 октября 1917 г. под председательством И. П. Павлова¹.

Казалось бы, что в эти годы в Петербурге у А. Г. Гурвича завязались постоянные и оживленные научные контакты. Тем поразительней его собственное признание: «Я уже давно убедился, что тогда (в 1905 г., когда ему пришлось оборвать научную деятельность в Германии и вернуться в Россию — *прим. авт.*) судьба не только не повредила мне, но, напротив, уберегла меня от худшего, что может случиться с научным работником, обладающим выражен-

¹ И. Д. Стрельников. А. Г. Гурвич в Петербурге (1906—1917 гг.) и его деятельность в Биологическом обществе (рукопись).

ной индивидуальностью... Близкие мне тогда области биологии — эмбриология и гистология — развивались, продвигаясь вперед мелкими шажками, и огромное большинство их официальных представителей шло именно таким опасным путем незначительных случайных тем, о каком я уже говорил. Для того, чтобы сойти с общего пути, необходима, как мне кажется, полная и длительная научная изоляция. Такая изоляция наступила для меня с переездом в Россию, в Петербург»¹.

Эти рассуждения — плоды поздних размышлений (запись относится к 1948 г.), а в то время 35-летний Гурвич, как и каждый ученый в расцвете творческой энергии, нуждался в обсуждении своих идей и работ. Его доклады в различных научных ассоциациях всегда собирали большую аудиторию, и среди более молодых петербургских естествоиспытателей он был известен как исключительно интересный ученый. Но интерес к докладам А. Г. Гурвича, вызванный непривычной широтой поставленных задач, оригинальностью экспериментов, строгостью выводов и смелостью обобщений, живостью и блеском изложения, оставался поверхностным. «Сочувствие без понимания», — так сформулировал отношение к работам А. Г. Гурвича свидетель тех лет его жизни А. А. Любищев. «От С. А. Аверинцева я еще в 1909 г. слышал очень одобрительный отзыв о А. Г. Гурвиче, как о чрезвычайно интересном работнике, но в чем заключаются его работы не получил ни малейшего представления... Знакомство с книгами де Фриза и Штейнмана в 1910 г. заставило меня усомниться в том дарвинизме, который нам преподавали наши учителя в университете. Размышления над конкретными проблемами заставили меня приступить к изучению высшей математики. В университете же я математикой совершенно не занимался, так как впитывал в себя разнообразную зоологическую премудрость того времени, совершенно лишнюю даже намека на математическую трактовку. В Биологическом обществе Академии наук, которое я, будучи студентом, не посещал, был намечен доклад А. Г. «О механизме наследования формы». О сущности его работы я спрашивал кое-кого из знакомых (биологов) и получал самые невероятные ответы. Говорили даже, что он использует четвертое измерение. Это меня заинтересовало,

¹ А. Г. Г у р в и ч. Автобиографические записки (1948—1952 гг.).

и я пошел на доклад и сразу же получил ошеломляющее впечатление. В этом докладе Гурвич развивал идею о биологическом поле... Изложение было очень сжатое, но все-таки основное я понял и был поражен смелостью идей, новизной и убедительностью... весь доклад был пронизан математическим подходом, и основные доказательства покоились на использовании понятия дисперсии. Меня поразило то, что никто не выступал по существу доклада»¹.

Корни такого непонимания уходят в «тогдашнее строгое разграничение отдельных биологических дисциплин, доходившее до их почти полной изоляции. Невежество морфологов в физике, химии (включая биохимию) было поразительным, и следствием этого была необычайная односторонность и примитивность всего мышления, построений, толкований»², — вспоминал впоследствии А. Г. Гурвич. Он отметил и «добродушное недоумение» у представителей смежных специальностей, когда он пытался заинтересовать их своими работами. «Я был, таким образом, предоставлен самому себе, в независимом положении с хорошей лабораторной обстановкой»³.

В 1914 г., с началом первой мировой войны, А. Г. Гурвича снова мобилизовали. В связи с заболеванием почек его признали годным к военной службе только в условиях тыла, оставили в Петрограде и назначили в госпиталь Военно-медицинской академии. Гурвич работал в клинике хирургической патологии и терапии профессора В. А. Опшеля, в отделении, которым заведовал С. С. Гирголав. Интересно, что в то время в большом военном госпитале не нашлось применения для квалифицированного гистолога: Гурвич сначала работал в клинической лаборатории, затем ему поручили перевязки и наркоз в операционной. Позже он выполнял обязанности второго ассистента на операциях: держал крючки и тампонировал сосуды, и курировал в одной из палат. Всеми лабораторными и хирургическими навыками забытыми со студенческих лет, Гурвич овладел быстро и легко, но позже жаловался, что его не оставляло чувство профессиональной неполноценности, сознание, что другой врач делал бы все лучше или

¹ А. А. Любичев. Воспоминания (рукопись).

² А. Г. Гурвич. Автобиографические записи (1948—1952 гг.).

³ Там же.

увереннее. Особенно он тяготился дежурствами по клинике, которые нес по очереди с другими врачами два-три раза в месяц. При поступлении острых или сложных хирургических больных он был вынужден по телефону вызывать на помощь Гирголава или Опшеля.

Отбывая военную службу в госпитале, А. Г. Гурвич продолжал преподавать и заниматься исследовательской работой на Бестужевских курсах.

В 1917 г., когда после революции женщины получили доступ во все высшие учебные заведения наравне с мужчинами, существование отдельных высших женских курсов утратило смысл, и встал естественный вопрос об их ликвидации. Но революционные традиции курсов и превосходно поставленное преподавание помогли «бестужевкам». При содействии Н. К. Крупской, также окончившей эти курсы, им удалось добиться сохранения своей alma mater как самостоятельного высшего учебного заведения. В декабре 1917 г. Бестужевские курсы были преобразованы в Третий петроградский университет. Однако «Трепетун» — как насмешливо прозвали этот новый университет в соответствии с тогдашней модой сокращать сложные названия — в условиях продолжавшейся мобилизации (сначала на германскую, потом на гражданскую войну) и хозяйственной разрухи оказался нежизнеспособным. В сентябре 1919 г. Наркомпрос издал декрет о слиянии его с Петроградским университетом.

В это время А. Г. Гурвича уже не было в Петрограде. Летом 1918 г. он был избран на кафедру гистологии медицинского факультета только что организованного Таврического университета и в сентябре этого года вместе с семьей уехал в Симферополь.

Решение оставить Петроград сложилось под влиянием обострившегося заболевания почек, трудных условий существования (от недоедания у Гурвича были обмороки на улице). Распался и небольшой кружок близких ему людей: брат с семьей уехал в Баку, Е. А. Шульц в 1916 г. внезапно умер, С. И. Метальников уехал в Крым (где принимал энергичное участие в организации Таврического университета), В. В. Половцева и А. А. Любищев были мобилизованы.

Сейчас трудно даже вообразить сложность путешествия из Петрограда в Симферополь осенью 1918 г. А. Г. и Л. Д. Гурвич ехали через «самостийную» гетманскую

Украину (оформив соответствующие «заграничные» паспорта) в условиях полного железнодорожного хаоса. При одной из бесконечных пересадок, ночуя на вокзале маленькой станции в толпе солдат, возвращавшихся с фронта, и «мешочников», А. Г. и Л. Д. Гурвич одновременно заразились сыпным тифом и в Киев добрались уже совершенно больными. Там у родственников А. Г. Гурвича, которые сумели преодолеть ужас перед сыпняком, охвативший тогда горожан, они провели несколько месяцев.

После выздоровления, собираясь с силами для продолжения пути, Гурвич готовил к переизданию свои «Лекции по анатомии», посещал научный семинар кафедры зоологии Киевского университета и даже сделал там доклад о теории эмбрионального поля.

В мае 1919 г. семья Гурвич наконец оказалась в Симферополе, благополучно пробравшись через южные степи, где хозяйничали банды разномастных атаманов. После впечатлений сурового революционного Петрограда, мучительной дороги и тяжелой зимы в Киеве весенний Крым показался раем.

Таврический университет был задуман крымским земством еще в 1916 г. как здравница и филиал Киевского университета. Открытие его откладывалось главным образом из-за отсутствия помещения. После революции освободившиеся дворцовые здания Ливадии и Ореанды подготовили для университета, но накануне его торжественного открытия дворцы были заняты под учреждения нового краевого правительства, сформированного после оккупации Крыма немцами (в мае 1918 г.), а университет очутился в Симферополе.

Профессор зоологии И. И. Пузанов, в те годы крымский житель, вспоминает, что Симферопольское городское самоуправление прилагало героические усилия для создания нормальных условий существования нового университета¹. Но в небольшом городке невозможно было найти подходящие помещения для аудиторий и лабораторий в одном или нескольких близлежащих зданиях, и университет оказался разбросанным по всему городу. Серьезную проблему представляло и обеспечение жильем преподавателей, большинство которых составляли приезжие.

¹ И. И. Пузанов. Воспоминания о А. Г. Гурвиче (рукопись).

Несмотря на это, вскоре после приезда, Гурвич получил для лаборатории (учебной и исследовательской) и для жилья отдельный дом с мезонином на окраине нового города. В четырех больших комнатах нижнего этажа были размещены лаборатории, в двух комнатах наверху поселился Гурвич с семьей. Лекции — общий курс для медиков и биологов — А. Г. Гурвич читал в помещении бывшего госпиталя, на другом конце города.

В Таврическом университете в первые же годы после его открытия сосредоточилось большое число первоклассных ученых из разных городов России. Достаточно назвать несколько имен, чтобы дать представление о блестящем составе преподавателей университета: математики В. И. Смирнов и Н. М. Крылов, химик А. А. Байков, геологи Н. И. Андрусов и В. А. Обручев, минералог В. И. Вернадский, специалист по изучению леса Г. Ф. Морозов, физики — еще совсем молодые Я. И. Френкель и И. Е. Тамм, зоологи С. И. Метальников и П. П. Сушкин, биохимик С. С. Салазкин, ботаники В. И. Палладин и Н. И. Кузнецов. На гуманитарных отделениях читали лекции литературоведы А. А. Смирнов, Н. К. Гудзий, эллинист А. Н. Деревницкий, историк Б. Д. Греков, искусствовед Д. В. Айналов. Университет привлек и многих местных специалистов — ботаника Е. В. Вульфа, математика М. Л. Франка, физика Л. С. Вагина.

Совместные усилия по организации нового университета, оторванность от привычного круга друзей сблизило людей, очень разных по воспитанию, интересам и, конечно, по политическим симпатиям. Уже в 1918 г. были организованы «университетские четверги», где встречались ученые не только разных специальностей, но и разных научных рангов, от лаборанта до академика.¹ Там читали литературные доклады, устраивали концерты, и вечера заканчивались танцами и ужином. На этих четвергах А. Г. Гурвич не бывал. Но и для него годы, проведенные в Крыму, отмечены активной общительностью, ни ранее, ни позже в такой мере не проявлявшейся. Симферопольский круг друзей А. Г. Гурвича не ограничивался, как это было в Петербурге (а раньше за границей), профессиональными связями. Здесь он постоянно общался с писателем А. Б. Дерманом — исследователем творчества Чехова и другом Короленко, с крымским земским деятелем

¹ И. И. Пузанов, Воспоминания о А. Г. Гурвиче (рукопись).

лем В. А. Оболенским, со специалистами по всем разделам естествознания — Андрусовым, Франком, Таммом, Френкелем и многими другими, не говоря уже о коллегах-биологах, сотрудниках и учениках.

По воспоминаниям А. А. Любищева, научная жизнь в Симферополе в то время была довольно оживленной: было много обществ, семинаров, а раз в год происходили большие конференции крымской ассоциации естествоиспытателей. Доклады на всех этих научных объединениях в первые годы состояли преимущественно из обзоров или обобщений материалов старых работ, так как исследовательская работа из-за недостатка оборудования налаживалась очень медленно. При полном отсутствии периодической литературы такое общение служило единственным источником научной информации, а главное дисциплинировало умственную жизнь. С момента своего приезда в Крым Гурвич деятельно участвовал в организации и проведении таких ученых собраний. Еженедельный семинар при его кафедре функционировал в первом же учебном году. На годичной конференции ассоциации естествоиспытателей 1920 г. А. Г. Гурвич сделал доклад, посвященный анализу причин клеточного деления.

Горячо и энергично А. Г. Гурвич участвовал в деятельности Совета университета, не уклоняясь от разрешения острых и сложных вопросов, возникавших на каждом шагу в то трудное время. Поступал А. Г. Гурвич в соответствии со своими принципами, бескорыстно и бескомпромиссно, руководствуясь исключительно чувством справедливости. Принципиальность А. Г. Гурвича, которая в обстановке устоявшейся петербургской научной жизни воспринималась его коллегами как излишний ригоризм или неприятное чудачество в первые революционные годы, обнажившие смысл и цену слов и поступков, вызывала восхищенное уважение политически очень разнородной симферопольской профессуры. В университете большим успехом пользовалась карикатура, сделанная И. И. Пузановым в конце 1924 г., изображавшая Гурвича в виде Дон-Кихота, верхом на кляче, украшенной нагрудным щитом с надписью «Принцип». Гурвич выпросил рисунок у автора, долго хранил и говорил, что чувствует себя очень польщенным.

Неизменная прямота А. Г. Гурвича в обстановке не один раз сменившейся политической власти импонировала студентам. Их привлекала также научная увлеченность в

преподавании, живость и активная доброта в общении. Несмотря на нередкие бурные стычки со студенческим активом, принимавшим участие в самоуправлении университетом (после преобразования Таврического университета в начале 1921 г. в Крымский университет им. М. В. Фрунзе), популярность А. Г. Гурвича среди студентов была легендарной. В своих «Воспоминаниях» А. А. Любищев рассказывает, как в 1921 г. он возвращался из Ялты в Симферополь на мажаре. У перевала Таушан-Базар мажара была остановлена вооруженной бандой и со всеми пассажирами отведена с дороги на лесную поляну. Там уже стояло несколько мажар и автомобилей. Начался обыск, проверка документов. Когда молодой начальник банды узнал, что Любищев ассистент А. Г. Гурвича, он приказал прекратить обыск его чемодана и отпустил со словами: «Передайте привет профессору Гурвичу». Новоявленный Карл Моор не назвал, но Любищев предполагает, что это был один из бывших студентов Симферопольского университета.

Уже весной 1919 г. «крымский рай» был не свободен от продовольственных затруднений, а через год в Симферополе начался настоящий голод. В своих воспоминаниях И. И. Пузанов пишет, что положение университетских работников, особенно приезжих, было воистину трагическим: некоторое понятие о нем дал известный писатель Тренев в своей пьесе «Любовь Яровая». Во дворе дома, где жили Гурвичи, росло несколько черешен, миндальных и ореховых деревьев и был большой огород. Все это составляло фактическую собственность старика дворника. Гурвичи «арендовали» у него одну черешню и участок земли и в течение нескольких лет всей семьей занимались огородничеством. Это в какой-то мере спасало их от голода.

Трудные условия быта не отразились ни на здоровье А. Г. Гурвича, ни на его работоспособности. Много времени он проводил в лаборатории и за письменным столом. Физически он чувствовал себя даже несколько лучше, чем в последний год в Петрограде. По-видимому, южный климат способствовал стабилизации хронического заболевания почек, а постоянным стимулом душевного равновесия была крымская природа, сразу полюбившаяся Гурвичу и напоминавшая ему Италию. Частые прогулки в окрестностях города, летние поездки к морю (если позволяла военно-политическая обстановка), вид на Чатыр-

Даг из окна мезонина, даже фруктовые деревья, окружавшие дом,— все неизменно радовало и вселяло бодрость. Но корни удивительной выносливости Гурвича — физической и психической — следует искать в той напряженной и непрестанной работе мысли, о которой он написал 30 лет спустя: «Я с полной ясностью сознаю, что научная работа становилась все большей необходимостью, содержанием жизни и что потребность в умственном напряжении превратилась в старости в основной стимул к научной работе»¹.

Осенью 1919 г. Гурвич начал чтение лекций. В учебной лаборатории, собранной им с величайшими усилиями, первые ассистенты кафедры гистологии А. А. Любищев и Л. Д. Гурвич, оставившая тогда практическую медицину, вели занятия. Вскоре штат кафедры значительно расширился. Первым из новых ассистентов был молодой врач В. А. Раввин, проработавший на кафедре до отъезда Гурвича из Крыма. Он стал энтузиастом «конструктивной гистологии» и одним из первых митогенетиков.

В первый год работы в Крыму А. Г. Гурвич, как и большинство его коллег по университету, занимался анализом старого экспериментального материала, продолжая разработку теории эмбрионального поля. Стремясь развить применительно к эмбриологии заимствованное из физики понятие, он решил глубже ознакомиться с теорией электрического поля. Я. И. Френкель в письме родителям от 12 мая 1920 г. пишет: «Гурвич записался в число моих слушателей по теории электричества — специальный курс, который я предполагаю читать в будущем году. Курьезно, что он знает физику и интересуется ею гораздо больше, чем наши математики»².

В 1919—1920 гг. Гурвич написал большую статью «О понятии эмбрионального поля» и монографию «Опыт синтетической биологии», позже опубликованные в Германии.

Первые исследования в симферопольской лаборатории относились к этому же кругу вопросов и были выполнены Л. Д. Гурвич. Ее статья «Применение понятия эмбрионального поля к анализу эмбриональных процессов диф-

¹ А. Г. Гурвич. Автобиографические записки (1948—1952 гг.).

² В. Я. Френкель. Яков Ильич Френкель. М., Изд-во АН СССР, 1966.

ференцировки» появилась в печати в 1923 г. Только в 1921 г. после окончательного установления в Крыму Советской власти постепенно стали налаживаться связи с научными журналами. Направляя в печать свою монографию, А. Г. Гурвич писал в предисловии к ней: «Я решаюсь на опубликование этой рукописи, основные черты которой я уяснил себе еще в 1918 г., после долгих колебаний. Помимо неприятного чувства, возникающего у каждого исследователя, чрезмерно опирающегося на теоретические рассуждения, у меня есть и специфически неблагоприятные обстоятельства — уже в течение 4 лет я отрезан от научной литературы и должен в основном полагаться на свою память... Мне хочется ознакомить работающих в этой области с развитием моих представлений уже сейчас, так как без изложенных здесь теоретических предпосылок обоснование и смысл специальных работ, находящихся в печати или подготовляемых к опубликованию, были бы слишком трудны для понимания...»¹

В годы медленно возрождавшихся контактов огромную поддержку и помощь А. Г. Гурвичу оказал Ру. Он вне очереди публиковал работы Гурвича и его лаборатории (из 9 работ, вышедших из печати с 1922 по 1924 гг., 7 напечатано в архиве Ру), систематически высылал ему свой журнал, даже прислал целый ящик периодической литературы за 1918—1921 гг.

Когда наконец были напечатаны первые крымские работы А. Г. Гурвича, связанные с теорией эмбрионального поля, он уже снова обратился к исследованию клеточного деления. По его признанию, значительную роль в возобновлении интереса к этому направлению его работ сыграла возможность экспериментального исследования митоза даже при самом бедном оборудовании лаборатории. Как только началась экспериментальная работа, за нее с увлечением взялись не только ассистенты и лаборанты кафедры, но и студенты-практиканты. Темы работ 1920—1922 гг. относились к изучению распределения митозов в меристемах (растительных и животных) в различных экспериментальных условиях. Эти работы были естественным продолжением исследований, начатых еще в Петрограде и приведших к дуалистической концепции клеточного де-

¹ А. Г. Gurwitsch. Versuch einer syntentischen Biologie. Berlin, 1923.

ления. Их цель — установление природы и свойств «фактора осуществления» — второго компонента указанной концепции.

Поиск велся на основе представления, что, если первый компонент «фактор готовности» клетки к делению, т. е. совокупность всех процессов клеточного созревания, является, очевидно, эндогенным по отношению к делящейся клетке, то велика вероятность экзогенного происхождения «фактора осуществления».

Одно время под влиянием работ Габерландта о ранних гормонах и гормонах роста А. Г. Гурвич предполагал, что фактор осуществления также является специфическим гормоном. Однако невозможность связать химическую концепцию фактора осуществления с четкой обратной линейной зависимостью между частотой деления клеток и величиной их поверхности заставила Гурвича отказаться от мысли о гормонах. Он обратился к физическим представлениям и предположил, что акт восприятия клеткой фактора осуществления основан на принципе резонанса. Эта мысль уже содержит утверждение, что фактор осуществления имеет осцилляторный характер, т. е. является какой-то формой излучения. Экспериментальная проверка такой возможности, осуществленная в 1923 г., и явилась «открытием» митогенетических лучей.

Приведенная схема дедуктивного построения, разумеется, очень упрощена. В действительности, А. Г. Гурвич шел путем гораздо более сложных и запутанных рассуждений, содержавших, как он утверждал впоследствии, много произвольных допущений и прямых ошибок. «Единственно ценным оказалось представление о решающей роли клеточной поверхности в восприятии фактора осуществления и отрицание его химической природы... Решающий опыт (для подтверждения лучистой природы фактора), который, в сущности, напрашивался сам собой, встал перед моим сознанием далеко не сразу, я помню еще и теперь, что это случилось на прогулке»¹.

После того как было обнаружено митогенетическое излучение, научные интересы А. Г. Гурвича на многие годы сосредоточились на всестороннем его изучении. Подавляющее число работ, выполненных в симферопольской лаборатории начиная с 1923 г., относится к проблеме митоген-

¹ А. Г. Г у р в и ч. Автобиографические записи (1948—1952 гг.).

неза. В это время число работавших сотрудников кафедр и практикантов составляло уже более 15 человек.

Большое пополнение лаборатории студентами произошло в 1921 г. Первым появился С. Я. Залкинд. Вот отрывок из его воспоминаний:

«Я преодолел волнение, вошел в большую комнату, где сидел только А. Г., и отрекомендовался: Семен Залкинд, студент первого курса естественного отделения. Реакция была неожиданная — А. Г. вскочил со стула и резко произнес: «Я ничем не могу вам помочь в переводе на медицинский факультет». Дело в том, что в тот год число желающих поступить на медицинский факультет значительно превышало число мест, и многие поступали на естественное отделение физмата в надежде, что позже им удастся с помощью «покровителей» перейти на медицинский. Но я не принадлежал к их числу, обиделся и довольно агрессивно выпалил: «Я никуда не собираюсь переходить, а пришел просить принять меня в лабораторию». Сразу А. Г. стал приветлив, дружелюбен и позвал Л. Д. познакомиться со мной. Тут же он поручил мне прочесть несколько глав из книги Оскара Гертвига «Клетки и ткани». Через несколько дней состоялось первое собеседование, прошедшее, в общем, успешно, хотя, когда я назвал аскариду «аскером», А. Г. язвительно прокомментировал, что аскер — это турецкий солдат, а не паразитический червь. Так я стал членом лаборатории Гурвича, тесный личный и научный контакт с которым продолжался 33 года — до самой смерти А. Г. в 1954 году»¹. Вскоре появились и другие первокурсники естественного отделения, среди них Г. М. Франк, проработавший с А. Г. Гурвичем около 10 лет.

Каждый из работавших вел свою тему, и результаты исследований, включая и студенческие, публиковались как самостоятельные авторские статьи или входили в более крупные общие работы. «А. Г. щепетильно следил, чтобы все соавторы были упомянуты. Так, на титульном листе работы, сообщавшей об открытии митогенетического излучения, значится: *Unter Mitwirkung der Herren S. Grabje und S. Salkind*. Это давало гордое чувство соучастия в большой научной работе»².

¹ С. Я. З а л к и н д. Воспоминания о А. Г. Гурвиче (рукопись).

² Там же.

И в жизни и в науке А. Г. Гурвич был чрезвычайно демократичен. В семинарах его лаборатории студенты участвовали наравне с сотрудниками кафедры, докладывая результаты своих исследований или реферировавшие журнальные статьи. Научный уровень семинаров при этом был очень высоким (их часто посещали работники других биологических кафедр), главным образом благодаря оживленному участию Гурвича. «Блеск его научной личности ощущался при этом очень ясно», — вспоминает С. Я. Залкинд.

Наиболее значительные результаты исследований А. Г. Гурвич докладывал для большой аудитории на годовых собраниях крымской ассоциации естествоиспытателей. И студенты, и преподаватели воспринимали эти доклады как научный праздник. Но, по существу, отношение биологов к работам А. Г. Гурвича оставалось в Крыму тем же сочувствием без понимания, которое А. А. Любищев наблюдал в Петербурге. Во всяком случае позже Гурвич вспоминал о полной научной изоляции в Симферополе.

«В лаборатории А. Г. проводил весь день, и многие работавшие там, особенно студенты, часто тоже задерживались до позднего времени. Вечерами все собиралось под черешней, около южной стены дома, со второго этажа спускалась семья А. Г., часто приходили «соседи» из дома, стоявшего напротив и заселенного преподавателями университета. В такие вечера А. Г. охотно, со свойственной ему живостью, рассказывал о годах, проведенных в Германии и Швейцарии, о своих учителях — Купфере, Рихарде Гертвиге, Зеленка, о друзьях — Дрише, Бете и Ру, о петербургских товарищах — Метальникове (который с 1919 г. уже был в Париже, в институте Пастера), Давыдове, Шульце. Это были своеобразные уроки по истории науки и одновременно научной этики»¹.

Весной 1924 г. Наркомпрос принял постановление о расформировании Крымского университета. Педагогический факультет университета превращался в Педагогический институт. Последний ректор университета С. С. Салазкин прилагал отчаянные усилия для его спасения, но тщетно: физико-математический факультет (с естественным отделением) был закрыт уже в сентябре 1924 г., медицин-

¹ С. Я. Залкинд. Воспоминания о А. Г. Гурвиче (рукопись).

ский факультет просуществовал до 1 января 1925 г. Преподаватели, потратившие столько сил и «доброй воли» на организацию крымского университета, разъехались.

Для А. Г. Гурвича проблема дальнейшей работы разрешилась неожиданно просто. Осенью 1924 г. он был избран заведующим кафедрой гистологии и эмбриологии медицинского факультета Московского университета. В феврале вся семья переехала в Москву. Открывались более широкие возможности для исследовательской работы, но Гурвич покидал Симферополь с сожалением и позже не раз говорил, что годы, проведенные в Крыму, считает чуть ли не лучшим временем своей жизни.

Опубликование первых работ об открытии митогенетического излучения привлекло внимание и к более ранним работам Гурвича. Единогласное избрание на кафедру медицинского факультета Московского университета означало безусловное признание и сразу выдвинуло А. Г. Гурвича в число ведущих биологов страны.

Кафедра гистологии, просторно размещенная, была солидно оборудована и организована для учебных целей. Предшественник Гурвича, профессор И. Ф. Огнев, оставивший заведование кафедрой из-за преклонного возраста и болезни, последние годы был научно мало активен. Второй профессор — еще называвшийся «прозектором» — В. Е. Фомин занимался исследованиями чисто описательного характера. Большая и очень разнородная группа ассистентов, включавшая и пожилого практического врача Э. В. Шмидта, и молодого цитолога Г. К. Хрущева, специалиста в новой области цитологии — культуре ткани, работала без руководства и определенного направления, преимущественно над случайно выбранными темами. В то же время возможности для экспериментальной работы на кафедре были большими, несоизмеримыми с возможностями крымской лаборатории.

С приходом А. Г. Гурвича научная жизнь на кафедре чрезвычайно оживилась. Он и Л. Д. Гурвич, зачисленная на эту же кафедру приват-доцентом, немедленно приступили к продолжению начатых в Крыму исследований митогенетического излучения. К ним присоединились и некоторые ассистенты. Вскоре были начаты экспериментальные работы по гистофизиологии, которые Гурвич считал обязательными для аспирантов, появившихся на



*А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич с сотрудниками лаборатории
в Симферополе, 1922 г.*

кафедре в январе 1926 г. (В аспирантуру были зачислены симферопольские ученики А. Г. Гурвича — биологи С. Я. Залкинд и Г. М. Франк, а также молодые московские врачи А. В. Аникин, Н. А. Зорин и годом позже М. А. Барон.) Продолжались работы по физиологии клеточного деления и теории эмбрионального поля. Ассистентам была предоставлена полная возможность заканчивать ранее начатые исследования. Сразу же начал функционировать регулярный научный семинар.

Нужно сказать, что за 10—12 лет, прошедших с момента выхода в свет первых работ по теории эмбрионального поля и клеточного деления до перехода Гурвича в Московский университет, морфологические дисциплины заметно эволюционировали. Они постепенно приобретали все более общепатологический аспект. Широкое применение эксперимента в механике развития и в гистофизиологии, превращение культуры ткани из курьеза в исследовательское направление выводило гистологию из состояния «микроскопической анатомии». Применение эксперимента требовало знакомства со смежными дисциплинами, представления о вычислении погрешности экспериментального метода и достоверности результатов опыта. Новому поколению морфологов элементы теории вероятности уже не могли показаться «чуть ли не четвертым измерением», как это было когда-то в Петербурге. С другой стороны, феномен митогенетического излучения не требовал такого пересмотра устоявшихся представлений гистологии, как теоретические работы А. Г. Гурвича.

В мае 1925 г. на пленарном заседании 2-го съезда анатомов, гистологов и зоологов А. Г. Гурвич сделал доклад «Митогенетическое излучение как фактор клеточного деления». Зоологическая аудитория — одна из самых вместительных в старых зданиях университета — была переполнена. После этого доклада многие из участников съезда побывали на кафедре у А. Г. Гурвича.

После переезда в Москву А. Г. Гурвич нередко, особенно в первые годы, выступал с докладами и в Обществе московских испытателей природы. Его выступления неизменно привлекали большое число слушателей.

Повседневная работа кафедры также проходила в атмосфере оживленного интереса московских биологов к научной деятельности А. Г. Гурвича. Многие университетские биологи — А. Н. Северцев, А. В. Румянцев,

Г. О. Роскин, Е. М. Вермель, П. И. Живаго, С. В. Емельянов — и сотрудники некоторых исследовательских институтов — Б. И. Лаврентьев и Х. С. Коштоянц (Институт профзаболеваний им. Обуха), Д. Л. Рубинштейн, А. Е. Браунштейн (Институт биохимии) — стали частыми гостями и постоянными участниками семинаров его кафедры. Ассистенты кафедры гистологии и студенты старших курсов заинтересовались лекциями А. Г. Гурвича, систематически их посещали и даже просили его прочесть факультативный курс механики развития на основе его теоретических представлений. (Гурвич согласился, но по не зависящим от него обстоятельствам состоялась только первая лекция.)

В лаборатории постоянно работали практиканты, главным образом студенты биологи и медики, выполнявшие небольшие научные поручения, преимущественно по митогенезу. Приходили и молодые научные работники различных биологических специальностей. Они знакомились с методами биологической детекции митогенетического излучения с тем, чтобы в дальнейшем исследовать это явление в своей области. Так, в 1926 г. пришла группа учеников М. М. Завадовского — Л. Я. Бляхер, М. А. Воронцова и несколько еще более молодых людей, которые затем много лет занимались исследованием митогенеза в связи с процессами регенерации. Работал специалист по химической эмбриологии В. А. Дорфман, заинтересовавшийся режимом митогенетического излучения в дробящихся яйцах иглокожих. Он организовал целую серию сезонных исследований на морских биологических станциях.

Исследование митогенетического излучения производилось одновременно в нескольких различных направлениях. А. Г. Гурвич продолжал работать экспериментально — он еще долго оставался чрезвычайно искусным экспериментатором и руководил работой многочисленных сотрудников и практикантов. Из выполненных тогда работ наиболее значительными были разработка метода биологической детекции митогенетического излучения с применением в качестве детектора культуры дрожжей на агаре (работа М. А. Барона) и прямое и косвенное установление границ спектра излучения (работы Г. М. Франка и А. Г. Гурвича).

При исследовании митогенетических лучей постоянно возникали физические, физико-химические и химические

проблемы и вопросы, требовавшие специальных консультаций. В этом отношении положение А. Г. Гурвича в МГУ было исключительно благоприятным. С 1925 г. кафедру теоретической физики МГУ возглавил Л. И. Мандельштам. Он жил во дворе старого университета и встречался с Гурвичем ежедневно. Естественно, все физические проблемы и трудности, возникавшие при изучении митогенеза, сразу же обсуждались. Впрочем, научное общение с Мандельштамом не ограничивалось консультациями. Много лет спустя в дневниковых записях 1941 г. А. Г. Гурвич отметил, что Л. И. Мандельштам признал его концепцию биологического поля. А. Г. Гурвич всегда мог обратиться за советом и помощью также к химику-органику Н. Д. Зелинскому и физико-химику А. В. Раковскому. Физик Г. С. Ландсберг не только постоянно консультировал, но даже снабжал необходимой оптической аппаратурой.

Таким образом, условия работы А. Г. Гурвича в Москве были действительно превосходными. Для жилья университет предоставил А. Г. Гурвичу и его семье сначала две комнаты в общей квартире вблизи МГУ (на ул. Грановского), а позже — отдельную двухкомнатную квартиру в химическом корпусе. Обе его дочери учились в МГУ, старшая на этнологическом факультете, младшая — на биологическом. Культурные возможности Москвы — концерты, музеи, в какой-то мере компенсировали полное отсутствие контакта с природой, но все же он часто с огорчением говорил, что в Москве даже никогда не знаешь, в какой фазе сейчас луна. Во время летних каникул вся семья уезжала в Крым.

В 1926 г. в Москве умер Лев Гаврилович Гурвич. С ним А. Г. Гурвич потерял не только брата, но и самого близкого друга. Чувство одиночества, вызванное этой смертью, не оставляло его долгие годы.

В июне 1927 г. в Берлине состоялась своеобразная научная конференция под названием «Неделя советских ученых», организованная Немецким обществом по изучению Восточной Европы. По инициативе этого общества авторитетные немецкие специалисты различных областей естествознания указали тех советских ученых, встреча с которыми представлялась особенно интересной и плодотворной для восстановления традиционных связей русской и немецкой науки. Именные приглашения получили 20 советских ученых. В их числе были биологи А. И. Аб-

риков, А. Л. Бенинг, А. Г. Гурвич, Н. К. Кольцов, А. В. Палладин, Д. Н. Прянишников, А. Ф. Самойлов и И. И. Шмальгаузен. Возглавил делегацию народный комиссар здравоохранения РСФСР Н. А. Семашко.

В Берлине А. Г. Гурвич сделал доклад «Митогенетическое излучение как возбудитель клеточного деления», встреченный с большим интересом. Помимо выступлений советских ученых с докладами в специализированных исследовательских институтах, программа включала и официальные приемы в Берлинском университете, у министра просвещения, в советском полпредстве и т. п. На одном из таких приемов А. Г. Гурвич встретился с Эйнштейном. В коротком научном разговоре с ним Гурвич указал на трудности, связанные с представлением о существовании в биологических системах источников энергии, достаточных для высвечивания крупных квантов ультрафиолета. Позже он часто вспоминал широту подхода к частному вопросу, доброжелательность и доверие к экспериментатору, с которыми Эйнштейн посоветовал просто дожидаться, пока будет найдено физическое объяснение.

В эти годы работы Гурвича по митогенетическому излучению были уже достаточно известны в Европе. Кое-где начинали проводить и собственные исследования. Во Франции появились работы Магру, наблюдавшего макроскопические уродства развития плутеусов при облучении их культурой бактерий. В Италии Кастанaldi и Максиа начали изучение действия митогенетического излучения на дробление яиц иглокожих; Цирполо исследовал связь этого излучения и клеточного деления различных ботанических объектов. (Позже Максиа опубликовал большой обзор по митогенезу.) В Германии одновременно и независимо друг от друга начали работать врач Зиберт, заинтересовавшийся излучением крови, биолог Гезениус, исследовавший действие митогенетического облучения на газообмен дрожжевой культуры, биолог Рейтер и физик Габор, опубликовавшие в 1928 г. монографию «Клеточное деление и излучение».

С исключительным интересом к работам Гурвича по митогенезу относился Альбрехт Бете. Он излагал их на семинарах у себя в институте, просил Гурвича посылать ему отписки. В одном из писем 8 января 1930 г. Бете писал Гурвичу: «Среди биологических работ, публикуемых из вашей страны, ничто не привлекает такого внимания научного мира, как ваши работы».

Летом 1929 г. у Гурвича произошел инцидент с администрацией МГУ, в результате которого он оставил кафедру.

Л. Д. Гурвич осталась работать доцентом на кафедре гистологии. А. Г. Гурвич несколько месяцев был без работы и, освободившееся время посвятил написанию книги «Гистологические основы биологии» — одна из самых значительных его книг, законченная в течение нескольких месяцев и опубликованная в Германии в 1930 г.

После ухода Гурвича из университета некоторые исследовательские институты предложили ему возможность продолжать экспериментальную работу. Больше всего привлекло его приглашение С. С. Салазкина, бывшего тогда директором Государственного института экспериментальной медицины в Ленинграде. Гурвич хорошо знал Салазкина по Крымскому университету и очень высоко ценил его не только как ученого и человека, но и как общественного деятеля. Салазкин предложил организовать в своем институте лабораторию экспериментальной биологии. Он предупредил, что в научном отношении будет предоставлен свободный выбор направления работы, но что возможности размещения и штата для новой лаборатории первое время будут минимальными. А. Г. Гурвич принял это предложение и в начале 1930 г. вместе с Л. Д. Гурвич переехал в Ленинград.

Государственный институт экспериментальной медицины в Ленинграде — ИЭМ, основанный еще в 1890 г., — первый в России и один из первых в мире медицинских научно-исследовательских институтов. Он был организован по типу парижского Пастеровского института, основанного в 1888 г., и его задачи заключались в изучении заразных болезней, разработке методов их лечения и профилактики. В отличие от других бактериологических институтов ИЭМ с момента организации включал и чисто биологические отделы, например отдел физиологии. (Этим отделом с 1890 г. и до конца жизни руководил И. П. Павлов.) До преобразования в 1932 г. во Всесоюзный институт экспериментальной медицины ИЭМ сохранял определенную эпидемиологическую направленность: из 14 составлявших его отделов 6 были в той или иной мере связаны с проблемами эпидемиологии.

В момент перехода Гурвича в ИЭМ многие отделы и лаборатории института возглавляли известные ученые: Н. Н. Аничков, К. М. Быков, А. А. Владимиров, О. О.

Гартох, Б. Л. Исаченко, Е. С. Лондон, И. П. Павлов В. В. Савченко, С. С. Салазкин, А. Д. Сперанский. Институт расширялся, и на берегу Малой Невки заканчивалось строительство трехэтажного здания. Для лаборатории экспериментальной биологии временно (до окончания строительства нового здания) предоставили две комнаты в небольшом особняке, где размещался отдел Е. С. Лондона. Гурвичу выделили две штатных единицы и кое-какое оборудование с тем, чтобы лаборатория могла немедленно начать работу. Но, несмотря на внимание и доброжелательность, проявленные директором и ученым советом ИЭМ, условия для экспериментальной работы оказались действительно «минимальными».

Еще перед отъездом А. Г. Гурвича из Москвы М. И. Неменов — директор Ленинградского рентгенологического, радиологического и ракового института также предложил ему организовать небольшую лабораторию. Большую часть этого института, основанного в 1919 г., составляла онкологическая клиника. Исследовательская работа научных отделений, относившихся к различным областям биологии, была связана преимущественно с изучением действия радиации на живые объекты. В 1920—1930 гг. этими отделениями руководили А. А. Заварзин, Г. А. Надсон, Л. Г. Перетц, Г. В. Шор. Хотя Гурвич был противником совместительства, но на этот раз он охотно согласился расширить возможности исследовательской работы.

В марте 1930 г. он писал Л. Я. Блячеру: «Условия для работы пока очень примитивны здесь и, конечно, не могут сравниться с той обстановкой, которую я с такими усилиями создал в Москве. Спектрографа настоящего пока нет, хотя в обеих лабораториях они для меня выписаны, но когда еще будут... В общем, лаборатория в Институте эксп. мед. по прекрасному помещению и чрезвычайно доброжелательному отношению и серьезной атмосфере содержит возможности серьезного расширения... Лаборатория у Неменова, я думаю, останется вспомогательной. Она мала и важна для меня как место, где я могу иметь 2—3 штатных сотрудников. Конечно, плохо, что, вообще, сотрудников у меня мало и привлечь много я и не мог бы из-за микроскопов: 2 у Неменова и 3 в Институте эксп. мед. без всякой надежды на мало-мальское увеличение в ближайшие год-два»¹.

¹ Личный архив Л. Я. Бляхера.

Сейчас отсутствие надежды на получение микроскопов в течение одного-двух лет представляется невероятным. Но отечественное промышленное производство иммерсионных микроскопов было освоено и начало быстро развиваться только в 30-х годах, а до тех пор микроскопы относились к импортному лабораторному оборудованию так же, как и кварцевые спектрографы, выписанные для лабораторий Гурвича.

В конце 1930 г. лаборатория ИЭМ перешла в новое здание, были получены и дополнительные микроскопы, и кварцевый спектрограф. В 1931 г. лабораторию преобразовали в «Отдел экспериментальной биологии», штат значительно расширился. Впервые за свою более чем тридцатилетнюю научную деятельность А. Г. Гурвич начал работать не в высшем учебном заведении. Разумеется, чисто исследовательская лаборатория имела большие преимущества: отсутствие педагогических обязанностей освобождало много времени для эксперимента, но зато Гурвич лишился постоянного контакта с молодежью, необходимого для создания научной школы. К педагогической работе он уже не вернулся и, вероятно, в этом заключается одна из основных причин часто случайного состава сотрудников его лабораторий.

Впрочем, из Москвы в Ленинград за Гурвичем последовали несколько его учеников: С. Я. Залкинд, двое молодых биологов — А. П. Потоцкая и И. В. Цоглина, закончившие МГУ, еще студентками работавшие у него на кафедре. Все трое вместе с Л. Д. Гурвич стали первыми сотрудниками ленинградских лабораторий. Г. М. Франк перешел в Ленинградский физико-технический институт, где еще несколько лет занимался митогенезом. В 1931 г. в отделе экспериментальной биологии ИЭМ начала работать биолог А. А. Гурвич, младшая дочь А. Г. Гурвича.

Митогенетическое излучение стало в Ленинграде единственной областью экспериментальных исследований А. Г. Гурвича и его лабораторий. Работа шла очень интенсивно — общее число сотрудников (штатных и нештатных) обеих лабораторий в середине 30-х годов превышало 30 человек. Многие из выполненных тогда исследований сохранили значение до настоящего времени и послужили основой для теоретических построений, получивших экспериментальное подтверждение другими методами лишь 10—20 лет спустя.

Не останавливаясь на отдельных работах и их исполнителях, отметим лишь основные направления исследований и научные контакты А. Г. Гурвича, возникавшие по мере развития различных направлений.

Одно из первых мест в исследованиях тех лет принадлежит определению физических параметров митогенетического излучения. Работы по уточнению спектрального состава, установлению интенсивности, а также попытки физической детекции излучения проводились в Ленинградском физико-техническом институте Г. М. Франком совместно с физиками Ю. Б. Харитоновым и С. Ф. Родионовым. Директор и основатель этого института А. Ф. Иоффе заинтересовался митогенетическими лучами, по-видимому, после того, как ознакомился с работами лаборатории Сименса в Берлине. В газетной заметке «О моей последней заграничной поездке» («Правда» от 5 февраля 1928 г.) он писал: «Среди виденных мною в заграничных лабораториях научных работ, пожалуй, на первое место я бы поставил работы лаборатории Сименса, подтвердившие и развившие замечательные результаты нашего ученого А. Г. Гурвича».

В 1929 г. работы по митогенезу были начаты и в Физико-техническом институте. В 1930 г., направляясь за границу, А. Ф. Иоффе писал Вере Андреевне Иоффе из Москвы: «С 17 по 3 июля в Лондоне съезд по истории знаний на темы: физика и техника, физика и биология. Первая является *specialité de la maison* для нашего института; во втором деле мы также участвуем работами Франка по митогенетическим лучам Гурвича, которые представляют собой пример наиболее тесной связи физики и биологии...»¹

Эти работы вызывали напряженный интерес у Гурвича, которого с момента установления ультрафиолетовой природы митогенетического излучения постоянно занимали и тревожили вопросы энергетического обоснования феномена излучения и вызываемого им биологического эффекта. В письмах к Л. Я. Бляхеру (1930—1931 гг.) А. Г. Гурвич все время возвращается к этим вопросам: «Мы с Л. Д. погружены в трудную и мало эффективную работу анализа митогенетического эффекта и толкования полученных Дессауэром результатов, из которых вытекает, что источники еще слабее, чем можно было заклю-

¹ М. С. С о м и н с к и й. А. Ф. Иоффе. М., Изд-во АН СССР, 1967.

читать из данных Франка и Харитона и что один квант может наделать массу дел». Через два месяца: «Я целиком ушел в размышления по поводу объяснения эффекта с точки зрения квантов. Дело в том, что, судя по письменному сообщению Раевского, наше излучение еще слабее, чем мы с Глебом предполагали». В следующем письме: «Положение некоторых вопросов меня совершенно не удовлетворяет. В особенности меня удручает то, что некоторые из моих фактически совершенно достоверных данных непонятны с точки зрения квантов, если верны те ничтожные количества квантов, которые нашел Раевский, и, по-видимому, найдет Франк, у которого результаты уже намечаются. Для биолога совершенная трагедия путаться в эти физические проблемы»¹.

Теоретические представления фотохимика Франкенбургера, опубликованные в 1933 г., открыли новые возможности для обоснования механизма возникновения излучения, и на несколько лет эти физические проблемы стали чуть ли не главным научным интересом А. Г. Гурвича. Тогда же возобновились его дружеские отношения с Я. И. Френкелем, начавшиеся еще в 1921 г. в Крыму. Редкие и нерегулярные встречи и беседы превратились в систематическое научное общение, после того как Френкель в конце 30-х годов согласился стать официальным консультантом лаборатории Гурвича. На таких консультациях обсуждались не только физические аспекты всех проблем митогенеза, но и целый ряд логических понятий и физических представлений, связанных с теорией биологического поля.

Нужно сказать, что интерес Френкеля к биологии вообще не ограничивался проблемами митогенеза и поля. Еще в 1916 г. он написал статью (оставшуюся в рукописи) «Общий характер жизненных процессов», а в 1920 г. на семинаре у Гурвича в Симферополе сделал доклад «Противоположность тенденций жизненных и безжизненных процессов»².

В 1943 г. в статье «Проблемы современной физики» Френкель писал: «До последнего времени к решению биологических проблем физика привлекалась преимущественно»

¹ Личный архив Л. Я. Бляхера.

² В. Я. Френкель. Яков Ильич Френкель. М., Изд-во АН СССР, 1966.

но биологами; физики не обнаруживали особого интереса к этим проблемам... Я склонен думать, что в ближайшем будущем это положение должно решительно измениться и что именно на этом участке фронта науки должны разыграться наиболее напряженные бои за новые успехи знания»¹.

В 1940 г. было организовано несколько встреч А. Г. Гурвича и его сотрудников с Н. Н. Семеновым, В. Н. Кондратьевым и некоторыми другими химико-физиками. Предложенное Н. Н. Семеновым дополнение к схеме Франкенбургера, очень существенное для понимания механизма митогенетического излучения, вошло во все последующие монографии и обзорные статьи по митогенезу.

Другое направление исследований составили работы по изучению биохимических реакций, являющихся возможным источником излучения в биологических системах. Работы проводились при постоянном их обсуждении и консультациях с С. С. Салазкиным и Е. С. Лондоном, с которыми у Гурвича установилось научное и дружеское общение сразу же после прихода его в ИЭМ. В начале 30-х годов химическими аспектами митогенеза продолжал интересоваться и А. Е. Браунштейн. Позже в работах биохимического направления принимала участие в качестве консультанта Ю. М. Гефтер.

Много работ относилось к изучению биологии раковой клетки, они были тесно связаны с исследованиями излучения крови в норме и при различных патологических состояниях. Специфическое отсутствие излучения крови при развитии в организме злокачественной опухоли было установлено еще в Москве. Это направление, особенно разработка методики ранней диагностики злокачественных опухолей, привлекало внимание врачей. В обеих лабораториях А. Г. Гурвича постоянно работали практиканты из лечебных и исследовательских учреждений Ленинграда и других городов. Одновременно в контакте с Л. М. Шабаром, а иногда и при его участии проводилось митогенетическое исследование некоторых аспектов экспериментального канцерогенеза. За работы по митогенетическому анализу проблемы рака А. Г. Гурвичу в 1940 г. присудили Государственную премию.

¹ Я. И. Френкель. Проблемы современной физики. «Вестн. АН СССР», 1943, № 4—5.

В тридцатые годы были начаты исследования митогенетического излучения, сопровождающего структурные изменения субстрата биологических систем — «деградационное излучение». Оно привело Гурвича к представлениям о «неравновесной молекулярной упорядоченности», специфической для такого субстрата. Много позже эти представления вылились в физиологическую теорию протоплазмы, связавшую концепцию эмбрионального поля с явлением митогенетического излучения (гл. III и IV).

Несколько изолированную проблему составлял митогенетический анализ возбуждения нервного волокна. Исследования не встретили поддержки физиологов, исключая А. А. Ухтомского, проявлявшего к работам лаборатории А. Г. Гурвича постоянный доброжелательный интерес. Резкую критику митогенетических исследований в области физиологии нервного волокна содержала статья английского физиолога Хилла, опубликованная в журнале «Nature» в 1933 г. В письме к Бляхеру от 6 мая 1933 г. Гурвич писал: «Прочитал статью Хилла и ... вопреки своему обыкновению, ответил в «Nature», хотя мало рассчитываю на то, что будет напечатано. Самое обидное, что все изложено недобросовестно, немного подтасовано и показывает, что он лишь слегка и не все работы прочел». (Ответ Хиллу был напечатан в журнале «Nature» и в журнале «Природа».)

Близко к исследованиям деградационного излучения стоят работы о связи митогенетического излучения и процессов структурообразования коллоидов, выполненные в лаборатории Гурвича А. И. Рабинерсоном. «По образованию биолог (узкая специальность — ихтиолог), А. И. Рабинерсон пришел в лабораторию в 1937 г. — вспоминает многолетняя сотрудница Гурвича, биолог Е. С. Биллиг. — А. Г. он немного знал лично: в 1918 году он слушал «полевой» доклад А. Г. на семинаре кафедры зоологии в Киевском университете... От описательной биологии А. И. очень рано ушел в иммунохимию и заинтересовался поверхностными явлениями при иммунологических реакциях. Скоро он переключился на коллоидную химию. Большая эрудиция в области физической и коллоидной химии, в вопросах биохимии, широкий подход к научным проблемам, готовность углубиться в поставленные перед ним задачи, умение щедро делиться своими знаниями сделали А. И. очень популярным членом нашей лаборато-

рии»¹. Митогенетические исследования составили раздел его диссертации на степень доктора химических наук, которую он защитил в конце 1940 г.

Следует отметить также и самостоятельные работы бактериолога В. И. Иоффе над применением бактериальных культур в качестве детекторов митогенетического излучения.

Первые годы пребывания Гурвича в Ленинграде совпали с максимальным подъемом интереса к митогенезу за рубежом. Летом 1930 г. в Амстердаме состоялся «Международный конгресс по изучению клетки», на котором Дессауэр и Раевский доложили первую работу по применению фотоэффекта для обнаружения митогенетического излучения. А. Г. Гурвич, приглашенный на этот конгресс, на нем не присутствовал, так же, как и на «Международном конгрессе научной и социальной борьбы против рака» в Мадриде в 1933 г., где был зачитан его доклад «Возбудители клеточного деления».

В январе-феврале 1934 г. по приглашению Венского биологического общества, Французского института Пастера, профессоров голландских университетов и голландского студенческого общества А. Г. Гурвич прочел ряд лекций по проблемам митогенеза в Вене, Париже, Амстердаме, Лейдене, Утрехте и Гронингене. В этой поездке принимала участие и Л. Д. Гурвич. Многие венские газеты опубликовали заметки о первой лекции, прочитанной Гурвичем в Вене. Репортеры и не пытались разобраться в научном содержании лекции, а ограничились описанием обстановки, в которой она происходила. В газете «*Neues Wiener Journal*» от 30 января 1934 г. так описана эта лекция: «Переполненный зал не вмещает слушателей, нет мест даже на ступеньках амфитеатра. Появление ученого, открывшего лучи жизни, встречает буря аплодисментов. Докладчик, живой и подвижный, как ртуть, с типичной внешностью профессора — худой, с маленькой бородкой, в очках. Склонив голову, он слушает овацию, и, не дождавшись ее конца, начинает лекцию на безупречном и литературном немецком языке». В этом газетном сообщении ощущается привкус сенсации, принес-

¹ Е. С. Биллиг. Воспоминания (рукопись). Е. С. Биллиг оказала авторам этой книги очень ценную помощь, внося в текст необходимые исправления и уточнения.

шей немало вреда серьезной и трудной проблеме митогенеза.

Лекции в Париже и в Голландии проходили при неменьшем стечении слушателей, с такой же шумихой в прессе, как и в Вене. Но здесь Гурвич встречался на лекциях со специалистами, уже работавшими в области митогенеза. В институте Пастера он познакомился с Магру, продолжавшим свои исследования над отклонениями эмбриогенеза морских ежей под влиянием облучения, и с Одюбером, только начинавшим работу со счетчиком фотоэлектронов. В Париже большой радостью для него была встреча с С. И. Метальниковым. Наибольшее научное удовлетворение от лекционного турне А. Г. Гурвич получил в Голландии, при посещении лаборатории Вольфа — профессора бактериологии Утрехтского университета. Из этой лаборатории уже вышло несколько серьезных работ по излучению бактериальных культур.

Во время пребывания в Париже Гурвич получил приглашение от Донана приехать в Лондон, но это ему не удалось.

Осенью 1934 г. А. Г. Гурвич участвовал в Международном конгрессе электрорадиобиологии в Венеции, где сделал доклад «Современное состояние проблемы митогенеза». На конгрессе был и М. А. Барон, также выступивший с докладом «Послойный анализ почкований в дрожжевой культуре, применяемой в качестве митогенетического детектора». Несмотря на большое число работ по митогенезу, доложенных на конгрессе, и на исключительный интерес, проявленный участниками конгресса к этим работам, вернувшись в Ленинград, Гурвич писал Л. Я. Бляхеру: «Мои митогенетические впечатления несколько расходятся с впечатлениями М. А. Барона. Состояние митогенеза на Западе и в Америке все еще очень примитивно, и единственный крупный и солидный очаг — лаборатория Вольфа в Утрехте, которая, к сожалению, не была представлена».

В Венеции Гурвич встретился с американским бактериологом О. Раном из Корнельского университета, уже опубликовавшим несколько работ по митогенезу. Обширную научную переписку с О. Раном А. Г. Гурвич поддерживал много лет.

С 1931 по 1937 г. в лаборатории А. Г. Гурвича в ИЭМ, сменяя друг друга, работали биологи и врачи из разных



А. Г. Гурвич в Венеции, 1934 г.

стран Европы, из США и Японии. Некоторые приезжали на короткий срок только с целью научиться методике биологической детекции митогенетического излучения, чтобы применять ее в своем направлении исследований, другие — на большее время, чтобы поработать под руководством Гурвича и затем продолжать исследование над поставленными проблемами. К сожалению, ни один из практикантов не сумел после возвращения к постоянному месту работы организовать исследования по митогенезу, и связи с ними постепенно обрывались.

Долгий след в зарубежной литературе оставил американский бактериолог А. Голлендер, приехавший к Гурвичу на рокфеллеровскую стипендию. Е. С. Биллиг так вспоминает о пребывании Голлендера в лаборатории: «Пребывание Голлендера в Ленинграде было неудачным не только в научном отношении. Бытовые трудности,

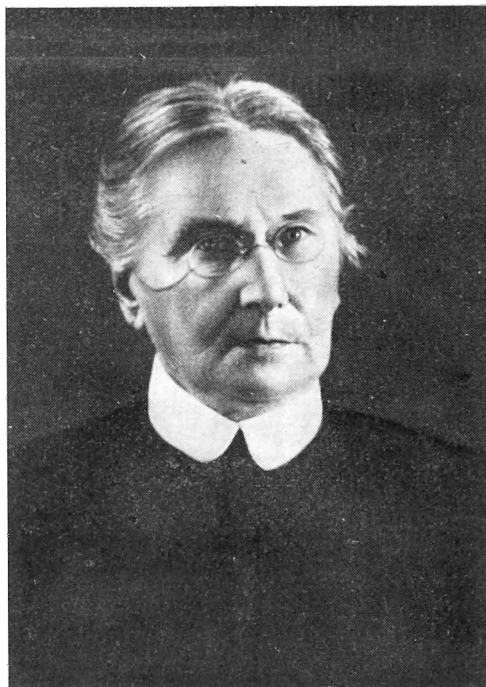
невысокий уровень лабораторного оборудования, недостаток технического персонала — вся обстановка лаборатории ему не imponировала. По своим научным склонностям он был методистом и в занятиях наукой — немного бизнесменом. Научное общение с Гурвичем его не увлекло, гораздо больше внимания он обращал на то, что А. Г. с семьей из трех человек живет в двух комнатах в старом деревянном домике, на работу ходит пешком, вечером дома сам делает посев дрожжевых культур для себя и своих сотрудников, а утром приносит дрожжи в лабораторию.

Не закончив начатого исследования, Голлендер вернулся в США, где продолжал работу (совместно с Клаусом), с увлечением внося технические ухищрения в постановку опытов... По его мнению, он делал все «лучше, чем в лаборатории Гурвича». Эти «улучшения» привели к тому, что он не соблюдал никаких методических указаний и многое делал вопреки этим указаниям... После опубликования отрицательных результатов этой работы в США утвердился скепсис в отношении митогенетических исследований»¹.

Более двух лет в лаборатории Гурвича проработал молодой физик Ганс Барт, занимавшийся физическими методами детекции митогенетического излучения у Герлаха (Мюнхен). Барт встретился с А. Г. Гурвичем в Венеции и выразил желание работать у него в Ленинграде. Так как в это время Г. М. Франк уже отошел от физических исследований в области митогенеза, Гурвич с большим интересом отнесся к предложению Барта и после возвращения с конгресса договорился с дирекцией ВИЭМ о его приглашении. Работы Барта, выполненные в Ленинграде, сыграли большую роль в развитии физических методов обнаружения митогенетического излучения и в определении его интенсивности.

В 1934 г. произошла реорганизация ИЭМ в ленинградский филиал ВИЭМ в Москве. Она сопровождалась значительным увеличением числа лабораторий и отделов. Одни из них формировались заново, другие — уже существовавшие в составе различных исследовательских или практических учреждений — присоединялись к ленинградскому филиалу. Старые лаборатории получали добавочные штаты, а после окончания строительства пяти-

¹ Е. С. Биллиг. Воспоминания (рукопись).



Л. Д. Гурвич, 1935 г.

этажного здания на Кировском проспекте — и более просторные помещения. Были отпущены большие средства для покупки нового оборудования. В 1935 г. отдел экспериментальной биологии также перешел в новое здание, где Гурвичу предоставили квартиру. Воспользовавшись расширением отдела, он отказался от лаборатории в Рентгенологическом институте. Лаборатория была ликвидирована, а ее сотрудники перешли в ИЭМ.

Среди вновь организованных отделов ИЭМ был и отдел общей биологии, во главе которого стоял Э. С. Бауэр, переехавший в Ленинград из Москвы. По направлению своих работ (теоретическая биология) и по стремлению решать общие биологические проблемы на основе современных представлений физики и химии Бауэр,

вероятно, был ближе Гурвичу, чем кто-либо другой из работавших тогда в России биологов. Однако научного общения между ними не установилось. В 1937 г. отдел был расформирован и некоторые из сотрудников Бауэра перешли к Гурвичу.

За годы работы в Ленинграде А. Г. Гурвич (совместно с Л. Д. Гурвич) опубликовал несколько монографий по митогенезу. Первая из них «Митогенетическое излучение» была написана в 1930—1931 гг. по заказу немецкого издательства «Шпрингер». Это было первое для того времени полное обобщение экспериментальных данных и их теоретических обоснований. В переписке с Л. Я. Бляхером в 1930—1931 гг. отражена работа Гурвича над этой книгой:

«Получили ряд теоретических выводов, которые хорошо оправдываются специальными экспериментами, но получается настолько мудрено и скучно, что я должно быть не буду публиковать специальной работой, а все помещу в книге, которую теперь пишу и где весь митогенез будет трактован исчерпывающе...»

«Вы кажется, знаете, что я пишу для Шпрингера исчерпывающую монографию о лучах, нечто вроде лербуха. Работа подвигается довольно быстро и может быть к ранней весне будет закончена. Мне было бы, конечно, крайне досадно, если бы до тех пор не вышли в печати результаты Ваших замечательных работ этого лета, но и ждать до последней минуты мне не хотелось бы, так как я, конечно, хотел бы включить их в текст не только чисто реферативно, но и вплести органически в общий ход изложения. Поэтому я обращаюсь к Вам с просьбой и вопросом, что Вы можете мне предоставить из Ваших данных в рукописном или корректурном виде, и буду благодарен за все, что дадите...»

«Большое спасибо за присылку корректуры Вашей «лапковой» работы, она пришла как раз во-время и будет немедленно пущена в оборот. Я в последние дни обрабатывал главу о крови и обдумывал Ваши великолепные результаты с кровью головастиков и убедился, что не понимаю Ваших химических данных, т. е. вернее говоря, Вашей интерпретации ... Я Вам буду благодарен за самое элементарное пояснение, возможно, что тут какое-то грубое недоразумение с моей стороны ... буду ждать Вашего мнения по этим вопросам и, если мне придется вы-

сказаться в книге не согласно с Вами, пришлю Вам для просмотра рукопись этой главы...»

«Книга отнимает все силы и время. Если бы не сознание, что только она, может быть, установит в конце концов правильный взгляд на весь вопрос и хоть немного рассеет туман в головах даже лучших ученых (а отношение именно лучших таково, как мне писал Гезениус), я подождал бы еще год-два, так как положение некоторых основных вопросов меня совершенно не удовлетворяет»¹.

Книга вышла в 1932 г. почти одновременно на немецком и русском языках.

За время работы в Ленинграде были написаны и монографии, посвященные отдельным проблемам митогенеза: «Митогенетический анализ нервного возбуждения» и «Митогенетический анализ биологии раковой клетки».

Первые месяцы войны Гурвич провел в Ленинграде. Вот отрывок воспоминаний Е. С. Биллиг об этом времени: «Началась война. Ленинградское отделение ВИЭМ не было включено в плановую эвакуацию... На базе института в одном из корпусов, выходящих на Малую Невку, был развернут военный госпиталь ... Тематика отдела А. Г. была срочно перестроена, и все сотрудники, включая самого А. Г., работали над вопросами, связанными с изменениями митогенетического излучения крови при раневых инфекциях. (Было известно, что при некоторых патологических состояниях в крови обнаруживается «га-ситель» этого излучения) ... А. Г. не предполагал уезжать из Ленинграда, и когда была создана комиссия по охране института, он принял в ней деятельное участие. Комиссия контролировала состояние бомбоубежища, траншей, вырытых на территории института, чердачных помещений, где дежурила противопожарная охрана ... А. Г. был подтянут, готов к действию и не допускал панического настроения. Первое время ему было даже неприятно, что при воздушных тревогах, которые были еще редкими, сотрудники надевали противогазы и направлялись в бомбоубежище. Когда бомбежки участились и усилились, он вместе с Л. Д. и пятилетним внуком тоже стал спускаться в бомбоубежище. Жизнь становилась все суровой ... В ноябре твердое намерение А. Г. не оставлять Ленинград внезапно переменилось после того, как старшая дочь с

¹ Личный архив Л. Я. Бляхера.

маленьким сыном и мужем были эвакуированы в Казань. Плановой эвакуации Института экспериментальной медицины по-прежнему не предполагалось. Ведущих ученых небольшими группами вывозили на самолетах. 27.XI А. Г. с Л. Д. и А. А. Гурвич вылетели из Ленинграда... С сотрудниками А. Г. и Л. Д. расставались тяжело. Если бы не эвакуация старшей дочери, они, вероятно, не решились бы на отъезд, который был их спасением»¹.

В Ленинграде с 5 октября 1941 г. А. Г. Гурвич начал вести нерегулярные записки, которые часто цитируются здесь. Вот их первые строки: «В переживаемые критические дни, когда научная работа может каждую минуту и навсегда оборваться, естественно обратиться к прошлому и попытаться дать хотя бы для самого себя сводку всего того, что составляло смысл и содержание жизни...». Он ведет записи на протяжении месяца, и только одна, последняя запись содержит сведения личного и бытового характера: «Перерыв до 11 XI. За это время написана глава с систематическим изложением поля. Потом полный перерыв: 5—7 XI отъезд детей. Обострение обстановки, усиление недоедания». И с красной строки: «11 XI. Возвращаясь к равновесным структурам...».

Приехав в Казань, Гурвич пытался организовать хотя бы минимальные условия для продолжения экспериментальных исследований по разработке митогенетической методики ранней диагностики и прогнозирования сепсиса — единственной плановой темы его, фактически не существовавшей, лаборатории. Но в городе, до отказа переполненном эвакуированными из Москвы и Ленинграда научно-исследовательскими институтами, это было почти неосуществимо. Только через три месяца удалось поставить первые опыты.

Другая, более спешная задача стояла перед Гурвичем. Нужно было получить разрешение на эвакуацию из блокадного Ленинграда для сотрудников его лаборатории. В середине марта 1942 г. он писал С. Я. Залкинду в то время профессору Военно-ветеринарной академии, эвакуированной в Среднюю Азию: «Последнее известие из моей лаборатории было от 17 I, тогда все были живы. 28 I Наркомздрав молнировал туда разрешение на эвакуа-

¹ Е. С. Билдиг. Воспоминания (рукопись).

цию всего персонала лаборатории в Вологду, где военно-санитарные власти очень интересуются нашим сепсисом. Удастся ли переезд, кто в силах ехать — нам неизвестно...» И в этом же письме: «У нас мало нового. Л. Д. и я, пока длятся морозы, фактически почти прикованы к дому, и сносное существование поддерживается лишь тем, что мы заняты спешным окончанием книги ... О житейских мелочах и невзгодах писать нечего, у всякого теперь достаточно своих прелестей»¹.

Отсутствие экспериментальной работы создавало непривычный досуг. «Дед находил много времени мной заниматься, — вспоминает Л. В. Белоусов. — Помню, он очень подробно рассказывал мне эпизоды из всемирной истории. Была речь один раз о падении Рима, другой раз о том, как Нельсон гонялся по Средиземному морю за Наполеоном и так его и не догнал. И все это очень живо и, должно быть, доходчиво, потому что и до сих пор у меня в памяти отдельные фразы и даже интонации»².

Среди эвакуированных ученых оказалось немало ленинградских и московских друзей Гурвича: Френкель, Тамм, Франк, Папалекси, Ландсберг. Я. И. Френкель, всю жизнь увлекавшийся живописью, в Казани даже сделал маслом портрет А. Г. Гурвича.

Но занятия с внуком и общение с друзьями не заглушали ни постоянной тревоги первых военных лет, ни тоски по лаборатории. 7 июля 1942 г. он писал С. Я. Залкинду: «Рукопись митогенетической книги сдал еще в конце марта и так как получил часть гонорара, то заключаю, что она будет печататься. Кроме того, Белкин провел на вторую половину года в плане изд. Акад. наук небольшую, в несколько листов, монографию «Теория поля в связи с основными проблемами биологии». Я над ней начал работать еще в Ленинграде и целыми днями сижу здесь. Все это совершенно новые вещи, имеющие мало общего с эмбриональными полями, доставляют массу умственной трудной работы и поэтому являются противоядием для нестерпимых текущих мыслей и забот»³.

Отчаявшись организовать лабораторию в Казани, А. Г. Гурвич осенью 1942 г. переехал в Москву

¹ Личный архив С. Я. Залкинда.

² Л. В. Белоусов. Воспоминания (рукопись).

³ Личный архив С. Я. Залкинда.

(Ленинград все еще был отрезан), где началось восстановление лабораторий ВИЭМ, разбросанных эвакуацией. Возвращались в тот момент далеко не все, и это освобождало, хотя бы временно, помещение и оборудование. Однако и в Москве работа в лаборатории налаживалась очень медленно. «...То, что составляет главное — условия работы не улучшаются, а скорее ухудшаются из-за полного отсутствия тока (фактически только по вечерам) и холода в лаборатории. Работа идет из рук вон плохо, что доставляет мне бесконечные заботы и огорчения ... В лаборатории работа подвигается кое-как»¹, — жаловался А. Г. Гурвич в письмах к С. Я. Залкинду, своему постоянному корреспонденту, зимой 1942—1943 гг.

Главным научным интересом А. Г. Гурвича в эти годы остается теория биологического поля. Он с нетерпением ждет опубликования своей монографии, обсуждает рукопись с биологами, уже вернувшимися в Москву. Осенью 1942 г. он пишет Залкинду: «Бляхер, Смирнов и Вермель навещают меня и очень увлечены моими полевыми делами в совершенно новой редакции. Как жаль, что я не могу переслать Вам рукопись, у меня лишь один экземпляр»². Письмо к А. А. Любищеву, написанное в декабре 1943 г., содержит замечательное признание: «Вы меня так обрадовали Вашим милым дружеским письмом, что я отвечаю немедленно ... Я хочу подготовить Вас к другому фортелю, который я выкинул в Москве и который подвергнется, должно быть, Вашей самой суровой и заслуженной критике. На старости лет я снова увлекся полем, совершенно заново все переделал, и в январе или феврале выйдет целая книжка в 8 печатных листов. Я долго колебался, раньше чем решился сдать в печать, и здесь должен просить о снисхождении. Ведь мне 69 лет и мне некогда ждать ... Я вполне сознаю всю односторонность и неисчислимы трудности, связанные с моей основной гипотезой ... Я никогда не решился бы на печатание, если бы был моложе, если бы намечались у меня продолжатели. Последнее является причиной моей поспешной и нервной работы в митогенезе. Я вижу свою задачу в том, чтобы за оставшееся у меня время наметить самые различные направления, рискуя даже впасть в ошибку»³.

¹ Личный архив С. Я. Залкинда.

² Там же.

³ Личный архив А. А. Любищева.

В 1945 г., сразу после окончания войны, ВИЭМ был преобразован в Академию медицинских наук, а его отделы — в институты. Отдел митогенеза — так называлась лаборатория А. Г. Гурвича — превратился в Институт экспериментальной биологии. А. Г. Гурвич стал директором этого института. В состав института входило три самостоятельных отдела: биофизики (заведующий Г. М. Франк), патобиологии (заведующий С. Н. Брайнес), митогенеза и общей биологии, объединивший две лаборатории, который возглавлял А. Г. Гурвич. Он же руководил лабораторией митогенеза. Лабораторией общей биологии заведовал Л. Я. Бляхер.

К этому времени в лабораторию Гурвича уже вернулись некоторые его старые сотрудники: С. Я. Залкинд, Е. С. Биллиг, В. Ф. Еремеев, А. А. Гурвич. Снова приступила к работе и Л. Д. Гурвич. Наряду с ними митогенезом занималась и научная молодежь — биологи, физики, врачи.

В лабораторию общей биологии вместе с Л. Я. Бляхером пришли М. А. Воронцова, Л. Д. Лиознер, когда-то работавшие с ним над митогенетическим анализом процессов эмбриогенеза, и более молодые его ученики. Эта лаборатория занималась проблемами клеточного деления и регенерации. В течение нескольких лет в отделе митогенеза снова работал и В. А. Дорфман, на этот раз над вопросами гистохимии.

Своеобразные исследования физиологии (психологии) простейших проводил в Институте экспериментальной биологии зоолог Я. К. Дембовский, которого Гурвич хорошо знал еще по петербургскому кружку «маленьких биологов». Поляк по происхождению, Дембовский уехал на родину после отделения Польши от России. Он был известен там как ученый самых прогрессивных политических убеждений и во время второй мировой войны весь период немецкой оккупации Польши провел сначала в подполье, а затем в Вильнюсских концлагерях. После освобождения Вильнюса советскими войсками он оказался в Москве. В 1948 г. Я. К. Дембовский вернулся в Польшу, стремясь принять участие в ее восстановлении. Занимая очень ответственные посты (маршала сейма, президента Академии наук), он действительно много сделал для восстановления и развития польской науки. Позже он отошел от руководящей деятельности и ограни-

чился продолжением научной работы. До самой смерти А. Г. Гурвича его связывали с Я. К. Дембовским дружеские отношения. (Я. К. Дембовский умер в 1964 г.)

Экспериментально Гурвич работал исключительно в области митогенеза, развивая направления, начатые еще до войны. Однако воскресший в осажденном Ленинграде интерес к проблемам, связанным с теорией биологического поля, не ослабевал. Экспериментальные работы над анализом клеточного деления с позиций этой теории, которые проводились в лаборатории Бляхера, увлекли Гурвича чрезвычайно.

Огромное удовлетворение А. Г. Гурвич находил в научном общении с замечательным ученым Д. А. Сабининым, в те годы профессором физиологии растений в МГУ. Знакомство с ним, состоявшееся на одном из докладов Гурвича в Московском обществе испытателей природы, быстро привело к регулярным встречам и к личной дружбе. В то время Сабинин занимался физиологией роста и развития растений и находил много точек соприкосновения с теоретическими представлениями Гурвича. Особенно его привлекала физиологическая теория протоплазмы. Внезапная трагическая смерть Д. А. Сабинина в 1951 г. была невосполнимой потерей для А. Г. Гурвича.

Административная деятельность, непривычная, неинтересная, часто приводившая к противоречиям с чувством, отнимала у Гурвича много времени и служила постоянным источником тревог и огорчений. В 1948 г. после августовской научной сессии Академии сельскохозяйственных наук в советской биологии утвердился выдвинутый Т. Д. Лысенко принцип направленной перedelки природы растительных и животных организмов. Этот принцип был сформулирован без привлечения представлений о механизме передачи индивидуальных и видовых наследственных свойств организма, а теория генного аппарата наследственности осуждалась как идеологически вредная. Термин «наследственность» получил новое содержание, не включавшее представлений о связи между поколениями.

Обстановка, сложившаяся в процессе внедрения этого принципа во все разделы биологии, оказалась совершенно несовместимой с представлениями А. Г. Гурвича о профессиональном долге и достоинстве научного руководителя. В начале сентября он подал в Президиум Академии

медицинских наук заявление об уходе из института и вышел на пенсию. Институт экспериментальной биологии был переформирован, но митогенетическая лаборатория, хотя и в уменьшенном составе, продолжала работать под руководством доктора биологических наук А. А. Гурвич.

С уходом из Института научная деятельность А. Г. Гурвича не прекратилась. Несмотря на возраст (в 1948 г. ему исполнилось 74 года), он полностью сохранил свой творческий темперамент. Гурвич продолжал фактически руководить экспериментальной работой митогенетической лаборатории, регулярно принимая сотрудников у себя дома, по-прежнему следил за научной литературой, усиленно работал над книгой «Принципы аналитической биологии и теории биологического поля».

С отдельными главами этой книги он знакомил сотрудников лаборатории и своих друзей биологов и охотно обсуждал возникавшие у них вопросы и возражения, устраивая за вечерним чаем домашние научные семинары. В эти же годы он снова начал вести свои дневниковые записи.

В 1951 г. умерла Лидия Дмитриевна Гурвич.

В марте 1953 г. в связи с реорганизацией института была закрыта митогенетическая лаборатория. Гурвич в скромной домашней обстановке продолжал опыты.

Только 6 месяцев спустя небольшой митогенетический кабинет был снова открыт в Академии медицинских наук, в Институте патофизиологии, директором которого был тогда академик А. Д. Сперанский.

Работа в домашней лаборатории продолжалась. Возвращение к эксперименту радовало и увлекало А. Г. Гурвича. Он занимался вместе с А. А. Гурвич исследованием синтеза пептидов в растениях, применяя методы митогенетического анализа. Результаты этих исследований А. А. Гурвич доложила в Институте физиологии растений Академии наук в начале 1954 г.

Все эти годы вынужденного досуга А. Г. Гурвич, как и в Казани, много времени отдавал своему внуку. «Дед всегда следил за всеми занятиями и, помню, в старших классах немало мне помогал, несколькими краткими замечаниями проясняя суть какой-нибудь физической или математической проблемы. Он всегда подчеркивал важ-

ность понимания физической механики. Из геометрии он очень любил задачи на построение... О биологии мы разговаривали довольно мало. Помню, однако, что был еще мал, когда дед строго сказал: «Ты должен знать, что такое митогенетические лучи», — и рассказал о них, и тогда я узнал вообще о световых волнах. Увлечлись биологией мы с моим школьным товарищем (М. А. Липкинц) независимо от общения с дедом, и он относился к нашим зооботаническим восторгам довольно сдержанно, побаивался, что мы сделаемся скучными «описателями» и больше поощрял занятия физикой и музыкой ... И на биофак поступил я не по его настоянию: он занимал нейтральную позицию, а временами и отрицательную из-за тогдашнего плачевного состояния биологии. Но после начала занятий дед стал руководить мной самым интенсивным образом. Я приходил к нему и рассказывал все, что слышал интересного на лекциях, а он «дополнял», и здесь я поражаюсь его памяти и эрудиции — жалкие крохи узнанного в университете тонули в этом море не только теоретических рассуждений (которые до меня тогда не полностью доходили), но просто фактов ... Настоящее научное общение началось только в последнюю зиму, когда дед прочитал нам с М. Липкинцом курс лекций под названием «Аналитическая биология».

Очень ясно помню последние встречи. Я приезжал с зоологической практики, рассказывал о наблюдениях за ростом головастиков. Он живо интересовался этой нехитрой работой, вычерчивал со мной кривые, объяснял, что мало смысла определять зависимость между линейными размерами растущего тела и резорбирующегося хвоста, а надо мерять весовые отношения. Потом я уехал на ботанический цикл, а когда приехал (числа 10—12 июля) — он уже был болен. Спросил обычным требовательным тоном: «Ну, что ты на этот раз открыл?» Я рассказал про наблюдения над развитием почек у копытня. «Что такое копытень по-латыни?» — «*Asarum*... — начал я. — «А, *Asarum europaicum*, — прервал он, — так неужели это до сих пор не было известно?» Это были последние слова, которые я от него слышал»¹. 27 июля 1954 г. А. Г. Гурвич умер от инфаркта.

¹ Л. В. Белоусов. Воспоминания (рукопись).

Как вспоминает Е. С. Биллиг, в 1939 г. на заседании Ленинградского ВИЭМ, посвященном памяти Е. С. Лондона, выступил А. Г. Гурвич. Как всегда, сжато, но очень эмоционально он сказал, что существуют два типа ученых: открытия одних приходят в момент, когда наука готова к ним и уже ждет их. Другие — и к ним принадлежал Е. С. Лондон — это ученые, опередившие свое время, те несчастливые ученые, которые среди своих современников не находят последователей и не пользуются признанием. Может быть, эти слова содержали скрытую горечь¹.

¹ Е. С. Б и л л и г. Воспоминания (рукопись).

А. Г. Гурвич как цитолог, гистолог и эмбриолог

Творческая личность А. Г. Гурвича была так ярка и многообразна, что к оценке его научной деятельности нельзя подходить с обычной меркой. Трудно, в частности, точно классифицировать его научные интересы в различные периоды жизни, определить его узкую биологическую специальность. А. Г. Гурвич был теоретиком-биологом, точнее, главным направлением его творческой деятельности была философия биологии и приложение теории познания к этой науке. Созданные Гурвичем теоретические построения, несомненно, еще окажут плодотворное влияние на развитие нашей науки.

Классификация научной специальности А. Г. Гурвича затрудняется еще и тем, что он никогда не замыкался в рамки одной дисциплины: яркий след он оставил в эмбриологии, цитологии, гистологии, гистофизиологии, общей физиологии. Приходя в новую область науки, Гурвич приносил в нее собственные, несравненные по глубине и яркости идеи, особенную точку зрения на содержание и направление этой дисциплины, специальный интерес к постановке и разрешению самых трудных и запутанных проблем данной науки. Так обстояло, например, со сложной проблемой регуляции, интерес к которой А. Г. Гурвич сохранил на всю свою жизнь. Так было и с митогенезом, который из раздела биофизики, благодаря теоретической и экспериментальной работе А. Г. Гурвича, стал учением о молекулярных процессах в биологии. Своеобразие творческой личности А. Г. Гурвича, его особый подход к содержанию науки ярко проявились в гистологических работах. Первые работы Гурвича относятся к

этой области биологии. Он много думал над предметом, содержанием и, если так можно выразиться, «философией» этой науки. Свыше 30 лет А. Г. Гурвич преподавал гистологию в высшей школе. Поэтому в длинный перечень научных специальностей Гурвича следует включить и гистологию.

Первая печатная работа Гурвича выполнена была в 1895 г. и опубликована в виде краткого сообщения в августе того же года в журнале «Anatomischer Anzeiger». Гурвичу в то время шел 21-й год, и он был еще студентом Мюнхенского университета. В работе рассматривалось влияние хлористого лития на развитие яйца лягушки и жабы. В статье сказано, что тема предложена руководителем лаборатории профессором Купфером. Однако, учитывая чисто гистологический характер работ Купфера, есть все основания предполагать, что тема отвечала научным интересам Гурвича и соответствовала актуальному направлению науки того времени.

Именно в этот период, после классических работ Ру и Дриша, возник живой интерес к экспериментальному изучению закономерностей эмбрионального развития, к тому направлению исследований, которое получило название «механики развития». Одному из вопросов этой области и посвящена первая работа молодого Гурвича. Первый вывод из работы заключался в том, что при определенной концентрации хлористого лития развитие осуществляется, хотя и несколько замедленно, но резко меняется характер гастрюляции. В таких «литиевых гастрюлах» пигментированные клетки анимального полюса активно распространяются на нижнюю половину яйца и только затем происходит углубление материала, образующего blastopore. При этом возникают гастрюлы с радиальной симметрией, в которых отсутствуют дорсальные и вентральные участки, в то время как нормальная гастрюла амфибий билатерально симметрична. «Литиевые гастрюлы» представляют собой как бы возврат к так называемой архигастрюле ланцетника. Таким образом, оказалось возможным построить ряд постепенно усложняющихся гастрюл, характер которых зависит от количества желтка в яйце: голобластические яйца ланцетника — архигастрюла, неравномерно голобластические яйца амфибий — амфигастрюла, меробластические яйца селяхий — дискогастрюла. Экспериментально полученные «литиевые

гастролы» вскрывают путь постепенного усложнения механизма гастрюляции.

Второй важный вывод работы, основанный на изучении срезов, заключается в представлении о разделении внутреннего зародышевого листа амфибий — энтобласти — на две части: активный и пассивный энтобласт; первый соответствует крупным клеткам энтодермы ланцетника и способен к весьма энергичным формообразовательным движениям. Автор не анализирует механизм описанных им эмбриологических процессов, но указывает, что причиной движения клеток, возможно, является цитотропизм, представление о котором незадолго до того было введено Ру.

Несмотря на то, что Гурвич поставил перед собой ограниченную задачу и действовал в известной мере эмпирически (испытывал ряд химических веществ, а также действие гальванического тока), удалось получить теоретически очень важные результаты. Начинаящий исследователь дал им очень интересное истолкование.

Вторая работа А. Г. Гурвича была опубликована в 1898 г. в Мюнхене¹. Это диссертация на соискание степени доктора медицины. Она была закончена еще в январе 1896 г. (т. е. вскоре после первого сообщения в «Anatomischer Anzeiger»), но, очевидно, несколько задержалась ее публикация. Тема, в сущности, та же — «Формативное влияние измененной химической среды на эмбриональное развитие амфибий». Вместе с тем работа представляет значительный шаг вперед и по разнообразию экспериментального материала, и по глубине теоретического подхода, показывающего большую эрудицию и научную зрелость автора. В вводной части диссертации А. Г. Гурвич подчеркивает, что одна из основных проблем эмбриологии — проблема мозаичного (преформационного) или эпигенетического развития яйца. Большое значение приобретает изучение «сил и факторов, оказывающих формирующее влияние» на развивающийся зародыш. Отсюда же вытекает частный вопрос: как сказывается изменение физиологических условий развития на морфологии эмбриона.

¹ A. G. G u r w i t s c h. Über die formative Wirkung des veränderten chemischen Mediums auf die embryonale Entwicklung. Inaugural Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin. Hohen med. Fak. der Krl. Bayer Ludwig-Maximilians-Univ. München. 1898.

В качестве веществ, влияющих на развитие, избраны соли галоидов (хлористый и литиевый натрий), органические вещества (глюкоза, пептон) и, наконец, яды (стрихнин, никотин, кофеин).

Вывод работы сводится к утверждению, что каждое из испытанных веществ обладает специфическим влиянием на определенные процессы и конкретные участки развивающегося яйца (в данном случае амфибий). Особенно подробно разбирается влияние изученных веществ на процесс гастрюляции, описано образование своеобразной экзогастрюлы. В работе подчеркивается, что опыты по изучению влияния ряда факторов на развитие, а также изучение наблюдаемых различных уродств имеют значение и научный интерес только потому, что они открывают путь к пониманию закономерностей нормального эмбрионального развития. Эта же точка зрения была исходным пунктом очень важной работы А. Г. Гурвича по изучению процессов регуляции в развивающихся яйцах, выполненной позже, в 1904—1908 гг., и ставшей предметом второй диссертации А. Г. Гурвича, которую он защищал уже в России, в Юрьевском (Дерптском) университете¹. Об этом важном направлении исследований, положившем начало основным теоретическим концепциям А. Г. Гурвича, сказано дальше в главе, посвященной теории поля.

Вопрос о влиянии химических веществ на развитие зародыша разрабатывали до Гурвича Гертвиг и Гербст (последний получил экзогастрюлу у зародыша морского ежа). Однако в диссертации Гурвича интересны не только важные факты, но и направленность работы, в которой видны теоретические интересы молодого ученого.

Работая в Страсбурге, А. Г. Гурвич в июле 1899 г. публикует работу, посвященную гистогенезу шванновской оболочки периферических нервных волокон эмбриона овцы². Работа носит описательный характер и можно предполагать, что она в известной мере была данью официальному положению А. Г. Гурвича, как ассистента кафедры анатомии. Ценно, однако, что работа выполнена на зародыше в гистогенетическом аспекте. Интерес к гисто-

¹ А. Г. Гурвич. О явлениях регуляции в протоплазме. Тр. О-ва естествоиспытателей. СПб., 1908, т. XXXVII, вып. 2.

² A. G. G u r w i t s c h. Die Histogenese der Schwannschen Scheide. «Arch. Anat. und Physiol». Anat. Abt., 1900.

генезу гистологических и цитологических структур был, как увидим дальше, очень характерен для последующих работ А. Г. Гурвича. В марте 1900 г. А. Г. Гурвич публикует четвертую, на этот раз цитологическую работу об идиосоме и центросоме в яйце млекопитающих¹. Это исследование отвечало на один из актуальных вопросов цитологии того времени. Бальбиани описал в растущих овоцитах морской свинки так называемые желточные ядра, морфологически сходные с идиосомами, описанными в 1896—1897 гг. Мёвесом при развитии сперматозоидов амфибий. А. Г. Гурвич изучил развитие желточных ядер в размножающихся овогониях морских свинок в динамике и показал, что эти образования являются типичными центросферами с центриолями, участвующими в процессе деления и дающими часть ахроматиновой фигуры.

В 1900—1901 гг. опубликованы две статьи, посвященные развитию и строению мерцательного эпителия². Интересна предыстория этой работы. За несколько лет до этого, в 1898 г., Ленгошек и Эннеги утверждали, что базальные тельца волосков мерцательного эпителия являются производными центросомы. А. Г. Гурвич применил гистогенетический метод исследования и проследил за развитием интересующей его структуры на ряде объектов: клетках фаллопиевых труб новорожденных кроликов, пищевода жабы, кишечника дождевого червя, эпителии ротовой полости и личинки саламандры. Он показал, что мерцательные волоски появляются как выросты пенистого слоя протоплазмы и совершенно независимо от базальных телец. У саламандры сначала формируются волоски, а уже позже базальные тельца. Следовательно, базальные тельца не являются кинетическими центрами волосков и не возникают из центросомы. Она может быть обнаружена наряду с базальными тельцами и совершенно независимо от них. Эта работа молодого автора примечательна широтой фактического материала, смелой полемикой с крупными авторитетами в области гистологии и цитологии, продуманностью и обоснованностью выводов.

¹ A. G. G u r w i t s c h. Idiozom und Centralkorper im Ovarialei der Säugertiere. «Arch. mikrosk. Anat. und Entwicklungsgesch.», 1901, Bd. 56, N 2.

² A. G. G u r w i t s c h. Studien über Flimmerzellen. «Arch. mikrosk. Anat. und Entwicklungsgesch.», 1901, Bd. 57, N 1.

В том же 1901 г. напечатана работа, выполненная в Страсбурге. Она посвящена строению волосковых пучков (стереоцилий) в придатке семенника человека¹.

Показано, что волоски появляются из диплосомы и что эти образования, вопреки господствовавшим в то время взглядам, не возникают из центросомы. Приведены веские доводы в пользу того, что волоски участвуют в выработке секрета. Работа содержит материал, последовательно подтверждающий отсутствие связи между волосками мерцательного эпителия и центросомами.

В 1902 г. А. Г. Гурвич включается в дискуссию о механизме выделительной деятельности. В то время особенно остро шел спор между сторонниками резорбционной теории Людвиг и секреторной теории Гейденгайна. Воспользовавшись тем, что в почке лягушки анатомически разделена кровеносная система, снабжающая клубочки и питающая извитые канальцы, Гурвич поставил тонкий опыт. Он перевязал *v. portae*, снабжающую канальцы, и, вставив катетер в мочеточник, получил данные о количестве мочи и содержании в ней введенного в спинной лимфатический мешок витального красителя. В этих условиях количество красителя в моче резко уменьшилось, что говорило в пользу секреторной теории (клетки канальцев не получают подлежащего выделению материала) и против резорбционной теории Людвиг, согласно которой количество красителя должно было бы возрасти. Вся работа в целом представляет яркий пример прекрасного гистофизиологического исследования².

В 1904 г. А. Г. Гурвич выпустил свою первую книгу, посвященную клетке³. Это была самая полная по тем временам сводка цитологического материала, освещавшая все наиболее важные вопросы этой науки. Литературный указатель содержал 718 названий и, по существу, охватывал все значительные работы. На 411 страниц текста приходятся 239 иллюстраций, оригиналы которых были взяты из недавно вышедших в свет работ.

¹ A. G. Gurwitsch. Der Haarbüschel der Epithelzellen im Vas epididymis des Menschen. «Arch. Mikrosk. Anat. und Entwicklungsgesch.», 1901, Bd. 59, N 1.

² A. G. Gurwitsch. Zur Physiologie und Morphologie der Nierentätigkeit. «Arch. ges. Physiol.», 1902, Bd. 91, N 1/2.

³ A. G. Gurwitsch. Morphologie und Biologie der Zelle. Jena, G. Fischer Verl., 1904,

Можно только удивляться эрудиции, тонкому научному вкусу автора, который лишь пять лет назад покинул студенческую скамью. Эта книга, однако, примечательна не только полнотой и разнообразием своего фактического материала. Гораздо важнее новый и своеобразный подход к этому материалу.

В предисловии А. Г. Гурвич говорит, что книга предназначена для имеющих только общие представления в области биологии, но наряду с изложением основных положений цитологии главной своей задачей он ставит критическое рассмотрение затронутых вопросов и прежде всего обсуждение новых и особенно спорных работ в данной области.

Критический подход к данным других авторов (в том числе и к классическим работам известных ученых) выделяет книгу Гурвича среди других сводок и руководств, характерной чертой которых является безличное изложение компилированного материала. Еще более важен совершенно новый биологический подход к проблеме клетки. Он выражается в том, что на первое место выдвигается анализ известных или только предполагаемых функций объекта, и только во вторую очередь изучается его морфология, т. е. структуры, обеспечивающие выполнение данных функций. А. Г. Гурвич подчеркивает, что изучение биологии объекта не может быть основано на мысленном расчленении его на составные части и последующем знакомстве с их морфологией. Специфический биологический анализ должен быть посвящен изучению элементарных жизненных проявлений.

Книга А. Г. Гурвича распадается на следующие совершенно новые для традиционной цитологии разделы: 1) статика и динамика клетки; 2) обмен веществ клетки; 3) размножение клетки; 4) клетка как организм и индивидуум. Новый подход к проблемам биологии, так ясно проявившийся у молодого ученого, сохранился у А. Г. Гурвича в течение последующих 50 лет его научной деятельности. Критическое, иногда скептическое отношение к установившемуся, закрепленному традицией толкованию фактического материала, даже если он образует классический фонд биологической науки,— одна из характернейших черт творческой личности Гурвича. И в противодействии (может быть, подсознательном) этому «ниспровержению» привычных основ нашей науки кроется, вероятно,

одна из причин того полного тернийв трудного пути, которым идеи А. Г. Гурвича проникали в биологию.

Вторая своеобразная черта научной личности А. Г. Гурвича — «биологизация» морфологии — характерна для всех его последующих гистологических работ. Особенности Гурвича как ученого, проявившиеся уже в первой его книге, в дальнейшем сказались еще сильнее в новых книгах, в лекционных курсах, устных высказываниях. Поэтому первую большую работу молодого ученого-теоретика следует рассмотреть более подробно.

Книга начинается «Введением», в котором сформулированы особенности цитологии. А. Г. Гурвич отмечает, что одна из самых трудных задач биологии — нахождение специфических биологических элементов и их связей с целым. Таким морфологическим элементом организма считают клетку, но этот несомненный факт привел к далеко идущим и не во всем правильным выводам. Со времени Вирхова принято идентифицировать общую биологию и общую физиологию с биологией и физиологией клетки. Однако еще не решены кардинальные вопросы: являются ли клетки действительно последними структурными элементами организма и можно ли свести совокупность жизненных процессов в организме только к деятельности отдельных клеток. А. Г. Гурвич подвергает критике представление Вирхова об организме как «клеточном государстве». Оно опровергается, прежде всего, ходом эмбрионального развития, на котором совершенно не сказывается разделение на клетки. Зародышевый материал предстает как пластическое целое, не зависящее от числа составляющих его клеток. Против упрощенного понимания роли клеток в жизни организма говорит, между прочим, отсутствие совпадения в величине и форме клеток у близких видов. Видовая специфичность клеточного строения, сочетающаяся с единством функции, особенно ярко видна на примере спермиев, необычно разнообразных у представителей родственных видов (например, различных грызунов). Все это показывает, что одного только «клеточного языка» совершенно недостаточно, чтобы понять многие проблемы биологии. В организме чаще всего встречается сочетание процессов, развертывающихся в отдельных клетках и осуществляющихся в результате деятельности целых клеточных комплексов. В качестве наиболее яркого примера такой кооперированной и единой деятельности

клеточных элементов Гурвич приводит структуру и работу центральной нервной системы. Заканчивается «Введение» указанием, что содержание общей биологии далеко не исчерпывается хотя бы и всесторонним изучением клетки. Такой вывод во вступительной главе книги, посвященной морфологии и биологии именно клетки, показывает принципиальность автора, его умение отрешиться от узкой позиции специалиста-цитолога.

Мы не имеем возможности останавливаться на анализе всех глав книги. 60 лет настолько большой срок в истории развивающейся научной дисциплины, что фактический материал, с одной стороны, несколько устарел, а с другой — настолько прочно вошел в арсенал наших представлений, что стал общеизвестным, не заслуживающим обсуждения.

Для того чтобы дать некоторое представление о содержании разделов книги, мы коротко остановимся на главе «Размножение клетки». Выбор раздела не случаен: клеточным делением А. Г. Гурвич интересовался в течение всей своей научной жизни, в этой области сделаны чрезвычайно важные его работы, приведшие к открытию митогенетического излучения. А. Г. Гурвич отмечает, что значение проблемы кариокинеза не только в чрезвычайно четких и поразительно красивых морфологических проявлениях, но и в том, что здесь яснее, чем в других разделах цитологии, проявляются те «силы», которые как будто осуществляют этот процесс. Именно поэтому учение о кариокинезе так богато гипотезами, правда, не всегда достаточно обоснованными, но дающими возможность плодотворных дедукций.

А. Г. Гурвич проводит глубокий анализ теории кариокинеза. Высказаны те теоретические представления об этом процессе, которые А. Г. Гурвич разрабатывал теоретически и проверял экспериментально в течение всей своей последующей научной деятельности. Это, прежде всего, убеждение, что внешняя форма, в которой выражается митоз, не только не исчерпывает сущности кариокинеза, но, возможно, даже и не является самым важным его проявлением. Видимой стороне кариокинеза сопутствуют (в очень большой степени и предшествуют) сложные изменения обмена веществ. Не менее важна и мысль, что митоз помимо непосредственной причины, обуславливающей его механизм, должен иметь еще основания —

те первопричины, которые определяют самую возможность возникновения процесса. Для бластомера это результат его коррелятивных связей с целым, расположением по отношению к оси зародыша и т. д. Для клетки многоклеточного организма это результат взаимодействия с соседними клетками, влияния всей ткани и т. д. Однако если учесть, что и одиночная клетка способна к делению, то определяющая «первопричина» должна быть связана не только с внешней средой, но и с состоянием самой клетки. Поэтому, если можно говорить об «органах клеточного деления», то последний следует рассматривать только как «механизм осуществления» процесса деления, подготовленного всей историей развития клетки. А. Г. Гурвич дает следующую характеристику условий возникновения клеточного деления: «Некоторые внешние или внутренние факторы (отношение клетки к другим, коррелятивные отношения внутри клетки) приводят к определенным изменениям состояния клетки, вызывающим процесс, который осуществляется с помощью особых «органов деления»¹. Продолжая дальше эту мысль, Гурвич указывает, что внешние воздействия, приводящие к кариокинезу, можно в известной мере сравнивать с волевым актом, вызывающим мышечное сокращение. Подобно тому как происходящие в нервной клетке процессы по содержанию не зависят от волевого акта, клеточное деление находится в функциональной, но не прямой причинной зависимости от воздействующего фактора. В этих высказываниях намечены контуры того дуализма, который так ярко характеризует взгляды А. Г. Гурвича в вопросе о причинах клеточного деления (факторы готовности и факторы осуществления).

И еще на одном пункте этой главы следует остановиться. Гурвич подчеркивает, что митоз является, прежде всего, динамическим процессом, во время которого клетка становится полем сил, осуществляющих сложные изменения и перемещения структурных элементов. Это представление он неоднократно развивал и в более позднее время. Таким образом, основные идеи А. Г. Гурвича в области проблемы митоза стали складываться уже в начале века, в период создания первой сводки по цитологии.

¹ А. Г. Г у р в и т с х. Morphologie und Biologie der Zelle. Jena, G. Fischer Verl., 1904, S. 215.

В 1905—1906 гг. А. Г. Гурвич создал атлас по эмбриологии позвоночных и человека, который первоначально был издан на немецком языке, а затем переведен на русский и испанский ¹. Атлас состоит из небольшой, но очень содержательной текстовой части, снабженной многочисленными иллюстрациями, взятыми из новых для того времени работ, и превосходных рисунков с препаратов.

В предисловии к русскому варианту Гурвич указывает, что в дополнение к первому немецкому изданию внесены разделы, посвященные редуccionным процессам в половых клетках, законам Менделя и развитию крови. Несмотря на краткость атласа, автор в первой главе «Половые продукты и оплодотворение» обсуждает очень важные теоретические вопросы о ядерной и цитоплазматической наследственности, индивидуальности хромосом и т. д. Последующие главы посвящены дроблению и образованию зародышевых листков, развитию формы тела и зачатков главных органов, желточным органам, зародышевым покровам позвоночных и дальнейшему развитию всех основных систем организма.

Несмотря на то что со времени выхода атласа в свет прошло около 60 лет, он безусловно не потерял своего педагогического значения, так как содержит хорошо изложенные, богато иллюстрированные данные по общей и частной эмбриологии.

К сожалению, атлас редко используется учащимися, так как кафедры и лаборатории, как правило, не располагают этим изданием, ставшим библиографической редкостью.

Следующей большой работой А. Г. Гурвича в области уже собственно гистологии явились «Лекции по общей гистологии для естественников», опубликованные в Иене в 1913 г. ² и в СССР в 1923 г. ³ Содержание этой книги соответствует тем лекциям, которые Гурвич читал на Высших женских курсах и в университете, и поэтому может служить некоторой характеристикой А. Г. Гурвича как педагога. Во «Введении» изложено его *sic* в области ги-

¹ А. Г. Гурвич. Атлас и очерк эмбриологии позвоночных и человека. Карманный медицинский атлас. Т. XXVI. М., 1909.

² A. G. Gurwitsch. Vorlesungen über allgemeine Histologie. Jena, G. Fischer Verl., 1913.

³ А. Г. Гурвич. Лекции по общей гистологии для естественников. М., Госиздат, 1923.

стологии. Здесь, как и в цитологии, высказаны идеи, которые на много лет опередили эпоху. Нужно иметь в виду, что в то время, когда Гурвич писал эту работу, гистология была описательной дисциплиной, «младшей сестрой анатомии». Ее материал сводился к перечислению бесконечного количества мелких морфологических фактов. Гурвич совершенно по-новому формулирует содержание гистологии. Он указывает, что чисто морфологический подход совершенно недостаточен для плодотворного разрешения проблем гистологии. Успех морфологического анализа, по мнению А. Г. Гурвича, определяется неизменноостью изучаемого объекта, по крайней мере, во время повторного исследования и наличием неморфологических данных, характеризующих объект и открывающих возможность его сравнительного изучения.

В области микроскопически малых структур оба эти критерия неприменимы или недостаточны. В различные моменты своего жизненного цикла гистологический объект может дать совершенно различные морфологические картины. Точно так же знания неморфологического характера перестают быть полезными при переходе к самым мелким гистологическим структурам. Именно эти обстоятельства определили неравномерное развитие гистологии. Значительный ее успех в середине прошлого столетия вызвали данные неморфологического (анатомического, физиологического) характера о таких образованиях, как железы, кость, мышцы, и открытие таких морфологически сложных структур, как ядра. Чем дальше развивалась техника микроскопического исследования, чем мельче были объекты, тем ограниченнее становились возможности чисто морфологического анализа. Если, говорил Гурвич, перед нами два мельчайших зернышка, характеризующихся только величиной или окраской, совершенно произвольно и ненаучно отождествлять их, так как между ними могут существовать значительные различия. А. Г. Гурвич считал, что плодотворное развитие гистологии связано с обязательным изучением функции данной структуры и объекта в его динамике. Но такое изучение объекта имеет все черты физиологического анализа, поэтому гистология XX века с полным правом может именоваться гистофизиологией. Вместе с тем существенно меняется и предмет гистологии. Гистология должна изучать наряду со структурами и процессы, обусловленные их деятельностью. От

сюда вытекает новое определение гистологии: «наука о структурах и процессах в области микроскопически малого». Вряд ли нужно много говорить о том, насколько это определение глубже и правильнее обычной трактовки гистологии как науки о микроскопическом строении организма.

А. Г. Гурвич представлял себе следующий путь исследовательской работы в области гистологии: из совокупности полученных ранее данных строится гипотеза относительно функции и значения той или иной структуры. Задачей дальнейшего анализа должна быть проверка этой гипотезы. В гистологии не может быть места эмпирическому подходу. «Мы должны,— писал Гурвич,— не наталкиваться совершенно случайно на новые структурные детали и подыскивать для них большей частью совершенно произвольные биологические объяснения, а наоборот, по возможности планомерно и сознательно искать новые структурные детали там, где наши биологические данные заставляют нас предполагать их существование или, вернее, нуждаются в них как в соответственных механизмах»¹.

Таким образом, по мнению А. Г. Гурвича, интерес к гистологии связан с теми возможностями, которые дает изучение морфологического субстрата важнейших биологических процессов. Следовательно, гистология приобретает большое теоретическое значение как основа общей биологии. Показательно, что 2-е издание «Morphologie und Biologie der Zelle» было названо Гурвичем «Die histologischen Grundlagen der Biologie» («Гистологические основы биологии»).

Своеобразие взглядов А. Г. Гурвича нашло свое выражение в структуре курса «Лекций по общей гистологии для естественников». Он начинается его не со статического описания морфологии клетки, а с развития организма. Вторая глава называется «Первые шаги развития». Следующая глава тоже еще очень далека от собственно гистологии и посвящена таким важным биологическим понятиям, как детерминация, регуляция, синхронность размножения клеток зародыша и т. д. Особое место уделяется обсуждению результатов классического опыта А. Г. Гурвича

¹ А. Г. Г у р в и ч. Лекции по общей гистологии для естественников. М., Госиздат, 1923, стр. 4.

по изучению репарации яйца после центрифугирования. В нескольких главах обсуждается проблема клеточного деления. Говоря о «факторах осуществления», Гурвич за 10 лет до открытия митогенетического излучения отмечает, что этот фактор распространяется волнообразно, имеет не химический, а физический характер, «создавая для клеточного комплекса род силового поля»¹. Это — поразительный пример творческой интуиции.

Особый интерес представляет одна из следующих глав, посвященная гистологии наследственности. А. Г. Гурвич признает важное значение молодой в те годы науки — генетики и приводит ряд данных, подтверждающих значение хромосом как носителей наследственных свойств. Вместе с тем он указывает, что в учении о наследственности нужно различать две стороны: сохранение в потомстве видовых свойств (проблему специфичности) и передачу родителями индивидуальных свойств. Классическая генетика разрешает вопросы, относящиеся только ко второй области, оставляя без рассмотрения биологически гораздо более важную первую область учения о наследственности. Больше того, А. Г. Гурвич приходит к заключению, что факторы наследственности, определяющие специфичность развития, не имеют внутриклеточного характера, т. е. не могут быть объектами классической генетики. Основным доказательством этой мысли он считает эквипотенциальность яиц, или, говоря в более общей форме, существование регуляции. Эти теоретические представления заставляют ученого с особой тщательностью проанализировать морфологический субстрат менделевской наследственности — хромосомы. Гурвич делает ряд глубоких критических замечаний, сохранивших и сейчас свое значение. Совокупность наших знаний о хромосомах, говорит он, показывает, что они являются носителями некоторых передающихся по наследству свойств, а не факторами наследственности. Между тем связывать наследственные факторы с хромосомами так же неправильно, как признавать электричество свойством меди только на том основании, что медный проводник может быть носителем электрического заряда.

¹ А. Г. Гурвич. Лекции по общей гистологии для естественников. М., Госиздат, 1923, стр. 22.

Следующие главы книги посвящены гистологии взрослого организма, именно гистологии обмена веществ, формы и движения, чувствительности и поведения. Все изложенное носит здесь отчетливо выраженный функциональный и сравнительно-гистологический характер.

В 1924 г. на основании лекций, прочитанных на медицинском факультете Крымского университета, А. Г. Гурвич подготовил к печати руководство по частной гистологии. К сожалению, эта превосходная работа, выдержанная в духе гистофизиологических принципов изложения материала, осталась ненапечатанной. Интересны мысли Гурвича о характерных особенностях курса гистологии в высшей школе: он не должен быть догматичным, студентам нужно научиться критико-аналитическому подходу к проблемам гистологии, умению отделять главное от второстепенного, бесспорное от гипотетического. В этой же работе Гурвич останавливается на вопросе о взаимоотношениях гистологии и физиологии. Он снова повторяет, что гистологические данные должны быть освещены физиологическим подходом.

По его мнению, не следует считать эти отношения односторонними, неверно, что гистология только берет, ничего не давая взамен. На долю гистологии падает очень важная задача: она отвечает на вопрос о локализации изучаемых процессов и зачастую решает вопрос о правильности той или иной физиологической концепции.

Чем детализированнее физиологическая теория, тем больше в ней должно быть представлений об интимном механизме, обеспечивающем данный процесс. Здесь гистология выступает на первый план, т. е. изучение механизмов процессов, по мнению А. Г. Гурвича, коренная задача этой науки.

Нет необходимости останавливаться на анализе отдельных частей этой работы. Физиологические данные пронизывают все разделы курса. Наиболее подробно останавливается Гурвич на гистофизиологии нервной системы. Он развивает свое представление о структурности, свойственной ее низшим отделам, и об архитектурности высших (мозговой коры и особенно мозжечка). Для последних отделов характерны сложные пространственные отношения между нейронами. Однако они не могут обеспечить функциональной целостности центров. Специфическая роль здесь принадлежит не обладающему морфо-

логической структурностью основному субстрату (континууму), в который нейроны как бы погружены.

Последняя большая работа А. Г. Гурвича, на которой нужно остановиться, это «Гистологические основы биологии»¹. Формально она является, как сказано выше, 2-м изданием «Морфологии и биологии клетки» («Morphologie und Biologie der Zelle»), но, по существу, это совершенно новая книга. «Морфология и биология клетки» — обзор, содержащий всю известную молодому автору цитологическую литературу. В «Гистологических основах биологии» рассматриваются отдельные проблемы. (Предполагается, что читатель имеет основательную биологическую подготовку.) Главная задача книги — изложение системы теоретических взглядов в области биологии. В круг рассматриваемых вопросов вовлечены цитология, гистология, эмбриология, теоретическая биология. Для разрешения основных проблем гистологии морфологических методов недостаточно, здесь на первый план выступают теоретические построения, выводы из которых могут быть проверены фактами. Так, права гражданства получает новая конструктивная гистология, дающая такое объяснение жизненным процессам, которое наиболее соответствует «экономии мысли».

К числу гистологических проблем, рассматриваемых в книге «Гистологические основы биологии», относится проблема кариокинеза, обратимые процессы в организме (обмен веществ в норме и патологии, наркоз, гистофизиология секреторной деятельности), морфология мышечного сокращения в сравнительном аспекте (от мионем простейших до поперечно-полосатой мускулатуры). В книге не только критически рассмотрены некоторые острые вопросы биологии, но и изложены важнейшие теоретические представления. Гистологические и гистофизиологические данные служат здесь только основой, на которой строится сложное здание биологической теории поля, которую А. Г. Гурвич, видоизменяя и углубляя, пронес через всю свою творческую деятельность.

Книга Гурвича вызвала печатные отклики, в общем, очень высоко оценивающие эту работу. Следует остановиться на короткой рецензии известного цитолога, соз-

¹ A. G. G u r w i t s c h. Die histologischen Grundlagen der Biologie. Jena, G. Fischer Verl., 1930.

дателя и редактора журнала «Protoplasma», Фрица Вебера. Он указывает, что уже первая цитологическая сводка Гурвича «Morphologie und Biologie der Zelle» сыграла революционизирующую роль в развитии цитологии XX века и как бы ее омолодила. По мнению Вебера, это стремление всюду видеть новое в высшей степени свойственно и второму, полностью переработанному изданию книги, которая «написана для будущего».

Так же высоко оценивает книгу Гурвича и другой крупный представитель теоретической биологии Пауль Вейс. Он отмечает, что об этой книге можно было бы написать новую книгу и что теми проблемами, которые в ней рассматриваются, можно было бы занять целое поколение ученых. По его мнению, изучение многих вопросов, занимающих биологов, после этой книги становится ненужным, беспредметным. Книга Гурвича не учебник и не обзор, пишет Вейс далее, а «символ веры», основанный, однако, не на догме, а на глубоко продуманных и логичных теоретических построениях. Вейс заканчивает свою рецензию словами, что книга вызывает у одних горячее сочувствие, у других активные возражения, но никого не оставляет равнодушным.

Бегло рассмотренные работы показывают эволюцию А. Г. Гурвича как гистолога в течение его долгой и плодотворной научной жизни. От небольших, безукоризненно выполненных экспериментальных работ ученый переходит к обширному критическому обзору, охватывающему всю область цитологии того времени. Затем он пишет курсы общей и частной гистологии, в которых изложены важнейшие разделы этой науки и совершенно по-новому сформулированы ее предмет и содержание. Наконец, в книге 1930 г. материал гистологии использован для построения объединяющей теории поля.

И хотя творческая деятельность А. Г. Гурвича проявилась в гистологии, быть может, меньше, чем в других областях биологии, значение его работ очень велико. Оно определяется не только фактическим вкладом, который Гурвич внес в гистологию, а особенно тем, что он создал теорию этой науки, во многих разделах осмыслил ее богатый, но недостаточно проанализированный фактический материал. Заслуга А. Г. Гурвича в том, что он указал путь, следуя которому гистология сможет занять почетное место науки, объясняющей механизмы основных проявлений жизни.

Развитие представлений о биологических полях в работах А. Г. Гурвича

Разработка представлений о биологических полях — основной теоретический труд А. Г. Гурвича. Он был первый, кто ввел (в 1912 г.) понятие «поля» в биологию и продолжал развивать, видоизменять и совершенствовать теорию биологического поля на протяжении всей своей дальнейшей творческой жизни. За этот период воззрения автора на природу биологических полей коренным образом изменились, но основная мысль теории осталась прежней: всегда речь шла о едином факторе, определяющем направленность и упорядоченность биологических явлений. Проследить ход мысли большого ученого всегда интересно и поучительно. В полной мере это относится и к А. Г. Гурвичу. При изучении его теоретического творчества не перестает поражать, с одной стороны, необычность, своеобразие, глубокая индивидуальность всего строя мыслей и подходов к биологическим явлениям, и, с другой стороны — постоянная «нацеленность» на разрешение самых принципиальных вопросов современной биологии. Представление об этом мы и попытаемся дать в настоящем очерке.

1. Первые предпосылки теории биологического поля

Стимулом к созданию теории биологического поля была глубокая неудовлетворенность А. Г. Гурвича состоянием теоретической биологии начала XX века. Читатель уже мог убедиться, сколь скептическим было отношение

Гурвича к описательной морфологии того времени. Гораздо ближе ему по духу были только что зародившиеся отрасли биологии — механика развития и генетика. Тем не менее молодой биолог не стал ортодоксальным приверженцем ни того, ни другого направления. Обладая редким для биолога даром «мысленного эксперимента» и стремлением продумать до конца все возможности данного направления, Гурвич скоро убедился, что ни одна из названных наук не сможет привести к полному пониманию явлений индивидуального развития.

Именно это обусловило его отношение к формальной генетике. Вначале она увлекла Гурвича своей логичностью, математической строгостью рассуждений и абстрактностью (в трактовке самого Менделя). Разочарование же в генетике наступило тогда, когда ученому стало ясно, что из понятия гена нельзя вывести процесс осуществления морфологических признаков организма, т. е. процесс эмбрионального формообразования. Вместе с тем отрыв проблемы «передачи наследственности» от проблемы ее «осуществления» был для А. Г. Гурвича неприемлем. Между тем если попытаться понять, как осуществляется наследование пространственной специфичности организации (а не сводить наследственность к набору чисто химических признаков вне зависимости от их пространственного расположения), станет ясным, что «факторы наследственности» должны иметь совершенно иную структуру, нежели менделевские факторы. Они должны выглядеть как математические законы распределения процессов в пространстве, а для самых простых морфогенезов, сводящихся только к клеточным перемещениям, выражаться в форме векторных уравнений клеточных движений. В этих соображениях уже содержится зародыш теории поля. В очень ясной форме они выражены в статье «Проблемы наследственности»¹.

Надо сказать, что генетики, достаточно глубоко интересующиеся проблемой наследования формы, например Синнот², неизбежно приходят к сходным выводам. Однако еще до сих пор генетика не подошла вплотную к проблеме наследования пространственной организации.

¹ А. Г. Г у р в и ч. Проблемы наследственности. «Природа», 1914, июль-август, стр. 843.

² Э. С и н н о т. Морфогенез растений. М., ИЛ, 1963.

С механикой развития Гурвич был связан гораздо теснее, чем с генетикой. Именно опыты Дриша оказали решающее влияние на направленность мыслей молодого ученого, а с Вильгельмом Ру Гурвича долгие годы связывала тесная дружба. Первые работы молодого ученого, о которых рассказано в предыдущей главе, были экспериментально-эмбриологическими. Вместе с тем расхождение Гурвича с методологией и теоретическими устоями механики развития были тоже глубоки и принципиальны. Как известно, сформулированный Ру каузально-аналитический метод исходит из того, что в основе развития зародыша лежит сложное переплетение длинных, многочленных причинно-следственных цепей, однозначно детерминированных во всех своих звеньях. Поэтому задачей исследования является постепенное выяснение, как бы составление списка всех причин развития — внешних относительно зародыша и внутренних. Такая тенденция к «раздроблению» процесса развития на множество отдельных причинно-следственных звеньев никогда не импонировала Гурвичу. С самого начала он настойчиво развивал мысль, что если какая-то длинная последовательность событий $A - B - C - D...$ (примером чего и является эмбриональное развитие) может воспроизвестись неограниченное количество раз, уже одно это является достаточным основанием для поисков общего, единого закона, связывающего всю эту последовательность.

Отличие такого подхода от каузально-аналитического можно пояснить следующим образом. Каузально-аналитический метод основан на предположении о наличии причинной связи между A и B : $B=f_1(A)$; совершенно иного рода причинная связь между B и C : $C=f_2(B)$; еще иная — между C и D : $D=f_3(C)$ и т. д. Ничего общего между отдельными причинными зависимостями согласно этой точке зрения может и не быть.

Точка же зрения Гурвича состоит в том, что вся наблюдаемая последовательность событий может быть представлена функцией одного и того же вида от одной и той же независимой переменной, принимающей различные значения: $A=f(X_1)$, $B=f(X_2)$, $C=f(X_3)$ и т. д. Независимая переменная при этом должна иметь совсем простую природу, выражая, например, течение времени или изменение положения части зародыша и т. п. Основная задача исследования теперь переносится с выяснения отдель-

ных, частных причинных зависимостей на отыскание вида функциональной зависимости, выражающей общий закон эмбрионального развития.

Такая постановка вопроса определила, по существу, весь дальнейший творческий путь Гурвича. Первые этапы движения по этому пути были следующими.

2. Применение статистических подходов к процессам морфогенеза.

Формулировка понятий «нормировки» и «детерминации»

Как показать, что подход Гурвича к явлениям морфогенеза не только допустим, но и имеет преимущества перед каузально-аналитическим? (Автор иногда называл его «акаузальным», и хотя он не противоречит принципу причинности, но для краткости можно пользоваться этим термином.) Для этого, очевидно, надо найти в явлениях развития такие моменты, к которым невозможно или нет смысла подойти с каузально-аналитической точки зрения. Такими моментами могли бы явиться случаи нарушений однозначности причинных связей, не приводящие к фатальным, патологическим нарушениям дальнейшего развития. Действительно, если вместо обычного перехода $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ мы обнаруживаем цепь $A \rightarrow B \rightarrow M \rightarrow D$, то однозначность причинной цепи нарушается. Мы видим, что B может быть причиной не только для C , но и для M и что одно и то же D может быть выведено не только из C , но и из M . Возникает вопрос: для чего в таком случае нам тщательно анализировать причинную зависимость $C=f(B)$ или $D=f(C)$, если эти зависимости необязательны и могут быть заменены, как мы только что видели, какими-то другими? Ясно, что в этих случаях каузально-аналитический подход утрачивает смысл. Другое дело — подход «акаузальный». Если состояния A, B, C, D не являются самостоятельными дискретными отдельностями, а есть лишь функции от некоторых значений аргумента X , то естественно полагать, что существует кроме них еще множество состояний, являющихся функциями от X . Состояния A, B, C, D лишь некоторые, более или менее произвольно вырванные моменты из общего «поля» возможных состояний. Тогда при некоторых определенных условиях (определенное изменение независимой переменной X)

мыслимы и иные, нежели наблюдаемые «в норме» переходы, например $C \rightarrow M \rightarrow D$.

К тому времени, когда Гурвич начал работать в этом направлении, уже существовали данные в пользу обратимости подобных отклонений от однозначности. Речь идет о продемонстрированных в опытах Дриша и его последователей «органических регуляциях». Как известно, в этих опытах было показано, что развитие может заканчиваться эквивалентно после резких экспериментальных отклонений от нормального хода и что при этом определенные закладки развиваются совершенно не из тех структур, что в нормальном развитии.

Однако Гурвич считал данные Дриша недостаточным аргументом против однозначности причинных связей. Обоснованно было такое отношение или нет — во всяком случае представление о неоднозначности причинных связей между элементарными морфогенетическими процессами было обстоятельно разработано Гурвичем применительно к нормальному ходу развития. Это представление обозначалось автором как «принцип нормировки». Познакомиться с ним необходимо не только для прослеживания хода мыслей, который привел к построению теории поля. Последовательное развитие этого принципа привело Гурвича к открытию митогенетических лучей и, несомненно, может еще не раз оказаться важным для самых различных конкретных экспериментальных исследований.

Остановимся на основной работе, посвященной этой проблеме, «О детерминации, нормировке и случайности в онтогенезе»¹. Пусть имеются морфогенезы, характеризующиеся в целом строгой однозначностью и геометрической определенностью, приводящие к построению строго симметричных образований (лукового корешка, гастролы морского ежа, хрусталика и роговицы куриного эмбриона). Возникает вопрос: соответствует ли такой правильности и однозначности целого столь же точное распределение отдельных микропроцессов морфогенеза, а именно, клеточных делений? Должны ли в симметричном зачатке располагаться симметрично и отдельные митозы в каждый данный момент времени? Или, если этого не наблюдается, должны ли, по крайней мере, совпадать числа митозов

¹ A. G. Gurwitsch. Über Determination, Normierung und Zufall in der Ontogenese. «Arch. Entwicklungsmech.», 1910, Bd. 30.

в левой и в правой половинах зачатка в каждый момент времени? Для решения этих вопросов привлекались статистические методы. Были составлены кривые распределения данных признаков: по осям абсцисс откладывали значения данного признака, а по осям ординат — число экземпляров с данными значениями. Например, чтобы установить степень синхронности митозов в противоположных половинах симметричной закладки, по горизонтальной оси следовало откладывать отношения количеств митозов, одновременно протекающих в левой и правой половинах зародыша ($\frac{n \text{ лев.}}{n \text{ прав.}}$), а по вертикальной оси — число зародышей с данным отношением. Полученные таким образом «эмпирические кривые» сравнивали с теоретической кривой нормального распределения (гауссова кривая). Можно было ожидать три исхода:

1. В эмпирической кривой процент малых отклонений от среднего, наиболее вероятного значения ($\frac{n \text{ лев.}}{n \text{ прав.}} = 1$) больше, а процент больших — соответственно меньше, чем в гауссовой кривой. Этот исход обозначается как детерминация распределения митозов (или поднормальное распределение).

2. Эмпирическая кривая практически совпадает с гауссовой (различия между ними недостоверны). Исход обозначается как нормировка распределения митозов.

3. Процент малых отклонений от наиболее вероятного значения в эмпирической кривой меньше, а процент больших отклонений больше, чем в гауссовой кривой. В подобном случае распределение митозов называется случайным или индифферентным (наднормальное распределение).

В результате многочисленных подсчетов оказалось, что по признаку общей синхронизации количества одновременных митозов в противоположных половинах зачатка заметная детерминация наблюдается только в гастреле морского ежа, в остальных объектах митозы по этому признаку отчетливо нормированы. Что же касается симметричности отдельных одновременно протекающих митозов, то в этом отношении во всех объектах наблюдается полная индифферентность: число симметричных пар митозов не больше, чем число пар митозов, расположенных как угодно иначе. Как интерпретировать полученные результаты и какое отношение они имеют к вопросу о неод-

нозначности причинных связей? Гурвич дает им следующую интерпретацию. Детерминированное (поднормальное) распределение имеет место в том случае, когда исследуемые события хотя бы в какой-то мере индивидуально взаимосвязаны, т. е. одно из них оказывает влияние на второе и т. д. Например, поднормальное распределение пробоев в мишени наблюдается при стрельбе с корректировкой, когда наводку исправляют в зависимости от каждого предыдущего попадания.

Точно так же поднормальное распределение митозов, одновременно наступающих в противоположных половинах зародыша, указывает, что отдельный митоз в левой части (или процессы, ему предшествующие) производит определенное индуцирующее влияние на клетки правой части, побуждая к митозу одну из них. Если обнаружено поднормальное распределение симметричных митозов, значит имеется индивидуальное причинное взаимодействие между симметрично расположенными клетками. Таким образом, поднормальное распределение во всех случаях свидетельствует о непосредственных причинных связях между индивидуальными процессами.

Нормальное же (гауссово) распределение осуществляется, если между событиями отсутствуют прямые связи (события случайны друг относительно друга) и установлены только определенные «шансы» на их появление (стрельба без корректировки, но с постоянным прицелом). Если частоты одновременно наступающих митозов распределены по гауссовой кривой, это означает, что между отдельными митозами нет сколько-нибудь определенных причинных связей, но существует некоторый общий для всей системы «нормирующий фактор», поддерживающий равенство митотической интенсивности в обеих половинах зародыша. При этом действие нормирующего фактора не предрешает, какой именно отдельной клетке надлежит в данный момент делиться. В таком случае на место непосредственных связей между процессами становится соподчинение взаимно независимых процессов общему «нормирующему фактору».

Наконец, случайное (индифферентное) распределение означает отсутствие как непосредственных связей между процессами, так и соподчинения их определенному «нормирующему фактору» (стрельба с непостоянным, случайно смещающимся прицелом). Например, в изученных

закладках не существует никакого фактора, повышающего вероятность симметричного расположения отдельных митозов по сравнению с любым другим расположением.

Такой анализ результатов подводит к следующим выводам.

Если нормальный морфогенез целого (макропроцесс) не обязательно связан с поднормальным распределением элементарных морфогенетических процессов (микропроцессов), а часто идет при нормальном или даже наднормальном их распределении, существование сколько-нибудь однозначных причинных связей между отдельными микропроцессами совершенно необязательно для нормального хода развития. Более того, чем глубже анализируется макропроцесс, чем на меньшие составные части он разлагается, тем менее определенными становятся причинные связи между отдельными его компонентами. Все это решительно подрывает логические основы каузально-аналитического метода.

Как же следует интерпретировать нормальное распределение (или, как говорил Гурвич, «нормировку») событий? Здесь используется одно из определений «случайности»: случайным называют событие, которое является результатом совпадения двух или более взаимно независимых факторов. При нормальном распределении митозов одним из этих факторов является общий для всей системы «нормирующий фактор», а другим — индивидуальное «состояние готовности» данной клетки. Хотя такое толкование нормального распределения не единственное возможное, но избранное в качестве рабочей гипотезы, оно сыграло очень важную роль, приведя в конце концов к открытию митогенетического излучения. Об этом будет сказано в следующей главе, а здесь пойдет речь лишь о том, как эти соображения привели к теории поля.

Полученная конструкция — соподчинение взаимно независимых элементарных процессов единому нормирующему фактору, связанному со всей системой как с «целым», тождественна тому подходу Гурвича к явлениям морфогенеза, который он называл «акаузальным». (Следует еще раз подчеркнуть, что «акаузальность» означает здесь отрицание не принципа причинности вообще, а лишь непосредственных однозначных связей между микропроцессами.) Ясно, что обнаружение такого типа связей в реальных объектах повысило уверенность автора в возможности

и плодотворности «акаузальной» точки зрения. Из понятия «единого нормирующего фактора» и выросло понятие поля. Вместе с тем между первым и вторым понятиями еще много различий. Основное из них то, что фактор, нормирующий клеточные деления, с самого начала мыслился и в конце концов оказался пространственно гомогенным, не обладающим столь же специфичным распределением, как морфогенетические процессы. «Полевой» же «нормирующий фактор» — это всегда функция положения. Поэтому выросшее из общего корня понятие фактора нормировки клеточных делений и фактора поля далеко разошлись друг от друга, чтобы много позже воссоединиться на новом уровне в концепции «неравновесных молекулярных констелляций».

3. Конструирование морфогенетических полей в работах 1910—1920 гг.

Выше уже упоминалось о влиянии на А. Г. Гурвича экспериментов и выводов Дриша. Несомненно, что зародышем теории поля явилась знаменитая формула Дриша «судьба части есть функция от ее положения». Но уже в первых работах Гурвича по теории поля эта мысль, будучи объединена с понятием «нормировки» и приложена к нормальному, совершенно конкретным процессам морфогенеза, приобретает особые, новые черты. Они состоят в следующем.

Прежде всего, теория Гурвича во всех ее ранних редакциях (до 1944 г.) рассматривалась как концепция «соподчинения» элементов единому фактору (или закону) и тем самым — как альтернатива представлению о взаимодействии элементов. Об этом говорится, в частности, в работе «Наследственность как процесс осуществления», где впервые развивается понятие эмбрионального поля (называемого здесь «морфой»): «... Установление фактов так называемой зависимой дифференцировки приводит в большинстве случаев лишь к различным, мало о чем говорящим представлениям о взаимодействии между элементами... Большинство подобных представлений есть лишь дополнения и коррективы к системам, являющимся по существу преформистскими»¹.

¹ A. G. G u r w i t s c h. Die Vererbung als Verwirklichungsvorgang. «Biol. Zbl.», 1912, Bd. 32.

На чем основана подобная идея, идущая вразрез с установками механики развития, где утверждение о «взаимодействиях» считалось основой как раз эпигенетической, а не преформистской точки зрения? Сегодня нетрудно видеть, что она основана на глубоком продумывании «до конца» всей проблемы эмбриональной дифференцировки. Действительно, в механике развития как тогда, так и в наши дни концепция взаимодействий любых частей зародыша обязательно связывалась с представлением о неоднородности (неэквипотенциальности) этих частей. Предполагается, например, что элемент А может получить некоторое новое свойство от какого-то иного, обладающего этим свойством элемента В. Но как возникло исходное различие между А и В, как возникла в онтогенезе исходная неоднородность элементов? На это концепция взаимодействий (или, говоря современным языком, индукционных связей) не дает ответа. Поэтому, вращаясь в кругу этих представлений, механика развития то и дело приходит к опровергнутым ею же самой представлениям об изначальной неоднородности элементов дифференцирующихся систем. Представить же себе возникновение различий в комплексе из однородных, эквипотенциальных элементов можно только, если допустить, что они «соподчинены» некоторому полю, так что возникающие в них различия являются простыми функциями от их положения в этом поле. Так представление о соподчинении элементов (жесткие непосредственные связи между которыми теперь необязательны) становится орудием принципиального решения проблемы эмбриональной дифференцировки. Значительно позже Гурвич обратился к отвергнутой им гипотезе взаимодействия элементов, вытеснив ею понятие соподчинения, но это была гипотеза геометрического векторного взаимодействия однородных элементов, принципиально отличающихся от других общепринятых гипотез взаимодействия.

Еще важнее следующая сторона концепции Гурвича, полностью отсутствующая у Дриша. Дриш считал установленную им зависимость судьбы элемента от его положения конечным пределом научного познания в этой области. Его агностическая позиция оказала, как известно, огромное и до сих пор еще не преодоленное отрицательное влияние на биологов, надолго отбив у них желание заниматься проблемой регуляции формы. В сущности, весь последую-

щий расцвет механики развития связан с изучением «нерегуляционных», или «послерегуляционных» отрезков развития, где возможно конструирование более или менее однозначных причинных целей. И только Гурвич (может быть, еще и Чайлд) рассматривал вывод Дриша не как конец, а как начало исследования: «Побуждаемый блестящей работой Дриша, я пытаюсь проложить новый путь, причем я не просто привожу новые доводы в дополнение к сообщенным для специальных случаев Дришем, но рассматриваю «фактор целого» как реальность ... свойства и проявления которого следует изучать, как свойства и проявления любого объекта. Я при этом вовсе не желаю обращаться к специальным объектам и наименее изученным процессам, но, напротив, пытаюсь рассмотреть участие и способ действия факторов целого на банальнейших и лучше всего изученных формах»¹. Такой же конструктивный подход к понятию «целого» Гурвич изложил в полемической статье «О практическом витализме»².

Чтобы приступить к осуществлению этой программы, необходимо было прежде всего выработать критерии, позволяющие утверждать, что в данном случае действительно имеет место действие поля на элементы. Такие критерии и были предложены Гурвичем в 1912 г. в работе «Наследственность как процесс осуществления»³. Ученый утверждает, что эквипотенциальность элементов и определение их судьбы полем целого (для чисто формообразовательных процессов в мезенхиме — определение скорости и направления движения клеток) вероятнее неэквипотенциальности элементов (и определения их судьбы внутренними причинами) в тех случаях, когда: 1) зависимость между свойствами и положением элементов достаточно определена и математически проста; 2) наблюдается последовательное упорядочение и уточнение взаимного расположения элементов в ходе развития; 3) контур целого зачатка или зародыша математически точнее формы и расположения любых его внутренних частей.

¹ A. G. Gurwitsch. Über den Begriff des embryonalen Feldes. «Arch. Entwicklungsmech.», 1922, Bd. 51.

² A. G. Gurwitsch. On practical vitalism. «Amer. Naturalist», 1915, vol. 49.

³ A. G. Gurwitsch. Die Vererbung als Verwicklichungsvorgang. «Biol. Zbl.», 1912, Bd. 32.

Важно, что выдвинутые положения носят в принципе количественный характер: предложены способы, позволяющие измерить какие-то показатели работы «фактора целого». Уже это одно говорит о глубокой разнице между подходами Гурвича и Дриша. Но дело не только в этом. Строго говоря, данные Дриша совместимы с допущением, что в развитии регуляционных зародышей имеется немого моментов развития (быть может, даже один), в которых проявляется зависимость судьбы части от ее положения. Позже эта зависимость может исчезнуть. Тогда говорят, что закладка детерминирована. Кроме того, из опытов Дриша не очевидно, что «фактор целого» имеет вид настоящего поля, распространяющегося за пределы клеток и определенного для каждой точки пространства. Нельзя было исключить, что область действия «фактора целого» ограничивается пределами самих клеток зародыша.

Весь дух статей Гурвича и характер предложенных им критериев направлен против подобных допущений ограниченности действия «фактора целого» во времени, в пространстве или же ограничения его рамками определенных биологических видов. Гурвич делает пока еще предположительное, но смелое утверждение, что фактор целого работает непрерывно и что его не ограничивают пределы отдельных клеток. Это сразу создает представление о работе «фактора целого» как о ддящемся процессе и выдвигает в число прочих другой важный вопрос, который в последующие годы более всего интересовал Гурвича: является ли форма зависимости частей от целого инвариантной для достаточно протяженного отрезка времени или же она изменяется чуть ли не в каждый последующий момент? Или, иными, более свойственными стилю мышления Гурвича, словами: можно ли сконструировать такую форму зависимости частей от целого, которая была бы инвариантной для достаточно длительного отрезка времени? Очевидно, что только в случае утвердительного ответа, отыскание конкретной формы зависимости имеет смысл. Иначе получился бы набор множества частных построений, не допускающих никакой экстраполяции за пределы данного момента времени.

Задача создания инвариантного закона клеточного движения для достаточно длительного отрезка развития рассматривается в следующей большой работе Гурвича —

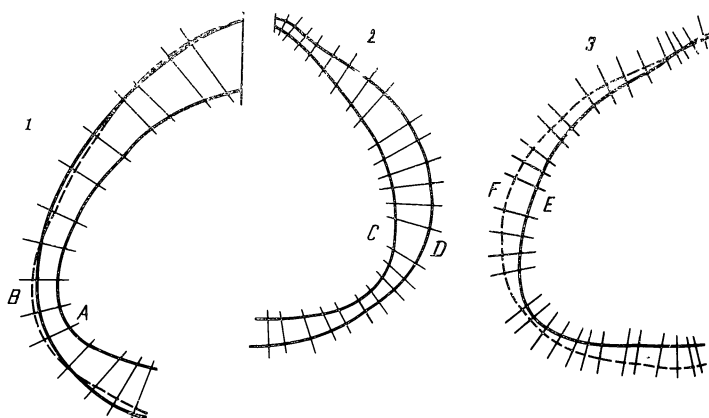


Рис. 1. Прогностическое значение ориентировки ядерных осей в митотической зоне нервной трубки и мозговых пузырей. Реконструкция конфигураций стадий на основе ориентировки клеточных осей на предшествующих стадиях (по Gurwitsch, 1914)

Три стадии развития эпителия: 1 — исходная конфигурация пласта (A), последующая конфигурация (B) (жирная линия — наблюдаемая форма, штриховая — предполагаемая), 2 — исходная (C) и наблюдаемая конфигурации (D), 3 — исходная (E), предсказанная (F)

«О механизме наследования формы»¹. Это конкретная гистоэмбриологическая работа, в которой исследуются движения эпителиальных клеток при развитии головного мозга позвоночных (зародышей акулы). Нелишне заметить, что это вообще первая работа в мировой литературе, в которой обнаружено движение эпителиальных клеток в толще нейрального пласта.

Главный факт, установленный в этой работе, состоял в том, что длинные оси клеток внутреннего слоя нейрального эпителия ориентировались в каждый данный момент времени не перпендикулярно к поверхности пласта, а под некоторым (15—20°) углом к ней. Ориентация углов закономерна: если построить кривую, перпендикулярную клеточным осям в данный момент развития, видно, что она совпадает с контуром более поздней стадии развития данного участка (рис. 1). Таким образом, можно говорить о «прогностическом» значении клеточной ориентации.

¹ A. G. Gurwitsch. Der Vererbungsmechanismus der Form. «Arch. f. Entwicklunqsmech.», 1914, Bd. 39.

Этот вывод очень важен: он указывает на активность клеточных движений в эпителиальном пласте, который в таком случае нельзя рассматривать как пассивно изгибающееся под влиянием внешних сил упругое тело. Этот вывод отвергал механистические представления Гиса и Румблера об эпителиальном формообразовании как о пассивном процессе. Активность эпителиальных изгибов подтверждается и другими данными этой работы: точные подсчеты плотностей клеточного расположения на выпуклой и вогнутой сторонах пласта показали, что эти плотности приблизительно равны между собой и равны соответственным величинам в еще неизогнутом участке пласта.

Между тем в пассивно изгибающемся теле плотность расположения частиц на выпуклой стороне должна была бы уменьшаться, а на вогнутой — возрастать.

К сожалению, эти фундаментальные данные, которые следовало бы положить в основу представлений об эпителиальном формообразовании, остались почти незамеченными. К общему выводу об активности изменений формы эпителиев эмбриология приходит вторично только сейчас на основе ряда новых данных, согласующихся с данными Гурвича, имеющими полувековую давность. В частности, явления «прогностической ориентации» клеточных осей и другие данные в пользу активности движений эпителиальных клеток оказались справедливыми для совершенно иных объектов — двуслойных пластов гидроидных полипов¹.

Исходя из этих данных, Гурвич сформулировал следующую абстрактно-геометрический инвариантный закон для движения клеток нейральных эпителиев: в течение всего формообразования клетки ориентируются при своем движении так, как если бы они притягивались некоторой «силовой поверхностью», совпадающей с контуром окончательной поверхности зачатка. Эта силовая поверхность была названа «динамически преформированной морфой» — ДПМ. В каждый данный момент развития клетки ориентируются своими осями по биссектрисе между перпендикулярами на ДПМ и к поверхности пласта в данной точке (рис. 2).

¹ Л. В. Белоусов. О механизме изгибания эпителиальных пластов. «Журнал общей биологии», 1967, т. 29, № 5.

Рис. 2. Интерпретация траектории клетки эпителиального пласта под влиянием ДПМ (поверхность ММ)

I, II, III—контуры последовательных стадий формообразования эпителиального пласта. N_1, N_2, N_3 — нормали к моментальным поверхностям пластов I, II, III; $a_1 m_1, a_2 m_2$ — кратчайшие расстояния от данной точки до поверхности ДПМ. Истинная траектория движения клетки $a_1 a_2 a_3 a_4$ — биссектриса между обоими направлениями (по Gurwitsch, 1914)

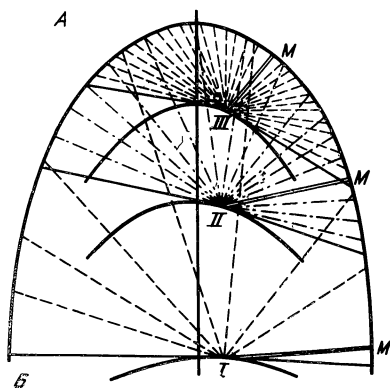
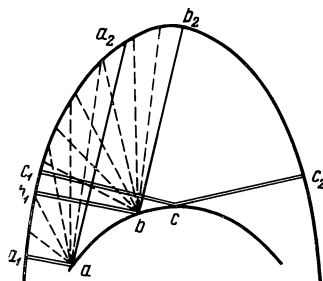
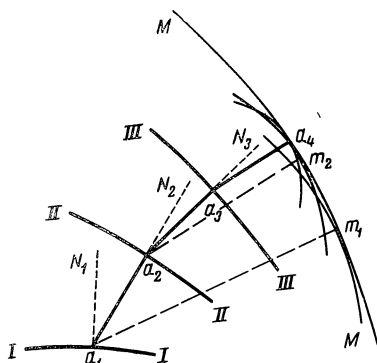


Рис. 3. Схема влияния ДПМ ($a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2$) на различные точки поверхности пласта (abc)

A — точка a имеет одно выраженное направление максимального воздействия — a, a_1 ; точка c — два взаимно противоположных (c_1 и c_2); B — по мере приближения пласта к ДПМ некоторая точка (I—II—III) приобретает одно ясно выраженное направление максимального воздействия (M—III) (по Gurwitsch, 1914)

Концепция ДПМ — формальное объяснение и ряду других моментов морфогенеза. Если наложить друг на друга контуры моментальной поверхности зачатка и контуры его окончательной поверхности (совпадающие с ДПМ), то можно увидеть, что на некоторых стадиях развития одни точки пласта имеют определенное, ясно выраженное минимальное расстояние до ДПМ (точка a на рис. 3, A), а другие точки (c на рис. 3, A) — два минимальных расстояния до ДПМ (cc_1 и cc_2 , с нерезким подъемом между ними). В соответствии с концепцией ДПМ, на участке вокруг a наблюдается сильная поляризация ядерных осей в направлении aa_1 , а на участке вокруг c определенной ядерной ориентации не существует, она как бы «размыта» (рис. 4, A , B). Когда же этот участок по мере развития приближается к ДПМ, так что выделяется одно минимальное расстояние (рис. 3, B , $III - M$), ядерные оси здесь приобретают выраженную ориентацию по этому направлению.

Таким образом, была продемонстрирована возможность создания инвариантного закона движения для довольно длинного отрезка морфогенеза. Но, конечно, этот закон был во многих отношениях несовершенным, что отчетливее всех сознавал сам Гурвич.

Прежде всего, закон представляет собой узкоспецифичную конструкцию, пригодную только для определенного периода развития определенного зачатка и не содержащую слагаемых, которые могли бы иметь более широкое значение.

Математическая форма закона сложна и близка к простой апостериорной интерполяции. Дело в том, что любая, сколь угодно беспорядочная совокупность n точек всегда может быть охвачена кривой, выраженной уравнением $(n - 1)$ -й степени. Поэтому такое уравнение нет смысла считать «законом» системы — это простая интерполяция. О наличии какой-либо закономерности можно говорить только в том случае, если n точек удастся охватить законом в гораздо меньшей степени. В работе Гурвича рассматривается некоторое пространственно-временное множество, которое мы можем представить себе состоящим из nt точек, где n — число отличимых друг от друга точек поверхности, t — число отличимых друг от друга моментов развития. Поскольку «законом системы» признается «притяжение» элементов к конечной конфигурации (но послед-

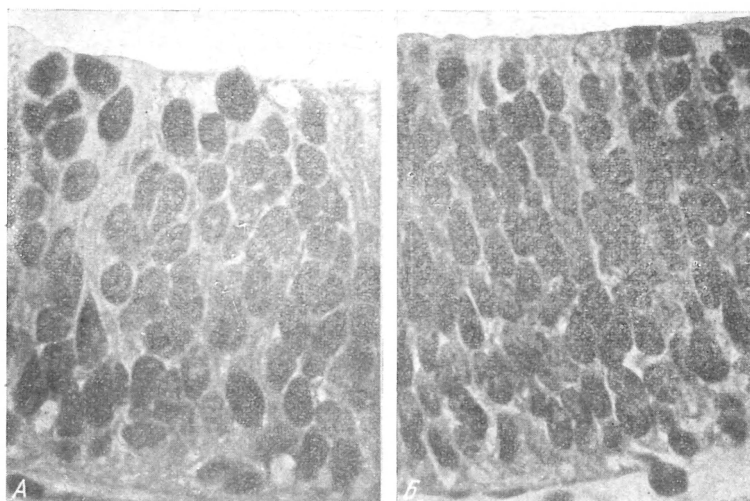


Рис. 4. Два участка стенки мозгового пузыря

А — район с размытым ядерным расположением; Б — район резкой поляризации ядер (по Gurwitsch, 1914)

няя взята как конечное данное и не выражается более простым законом), — степень уравнивания, выражающего этот закон, равна n . Таким образом, nt точек как бы уложены в кривую n -й степени. Конечно, это — закономерность, но учитывая не бесконечную длительность процесса (т. е. не бесконечно большое значение t), не на много порядков далекая от интерполяции.

Необходимо, наконец, обратить внимание на следующее основное свойство этой конструкции: она по существу телеологична, потому что движение клеток в ней в каждый данный момент времени определяется законом, связанным с еще не существующей в этот момент структурой (окончательной конфигурацией зачатка — «динамически преформированной морфой»). В дальнейших полевых конструкциях Гурвич начал постепенно, но твердо переходить с телеологических позиций на представления о причинных связях, т. е. зависимостей от предшествующих событий. Позже мы увидим, однако, что «телеологические поля» находят развитие в некоторых исследованиях самого последнего времени.

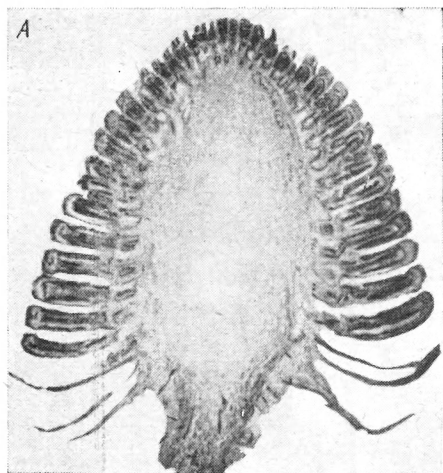
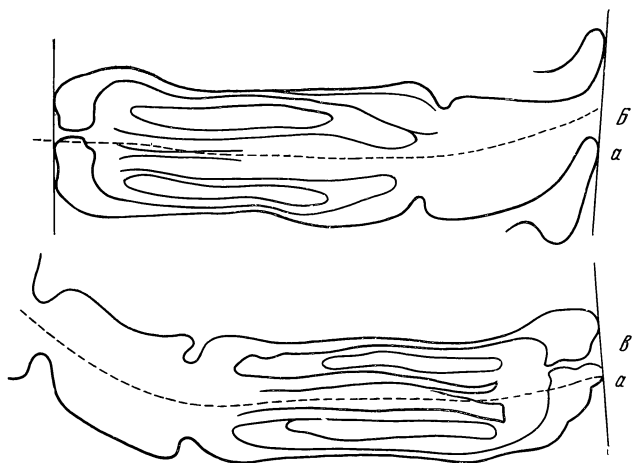


Рис. 5. Морфогенетическое поле для соцветия *Matricaria chamomilla*

А — сагиттальный разрез через зрелое соцветие с точной параболической поверхностью; Б — очертания левостороннего базального цветка нормальной формы; В — очертания правостороннего компенсаторно искривленного базального цветка. Оба «дотягиваются» до огибающей параболы (по Гурвичу, 1930)



Результаты дальнейшей работы Гурвича в этом направлении изложены в работе «О понятии эмбриональных полей»¹, где впервые используется термин «поле». Здесь даются аналогичные предыдущему инвариантные построения

¹ А. Г. Гурвич. Über den Begriff des embryonalen Feldes. «Arch. Entwicklunsmech.», 1922, Bd. 51.

ния для формообразования двух растительных объектов: соцветия ромашки и шляпки ангиокарпного гриба. Существенно упрощается конструкция инвариантного начала: для соцветия ромашки оно отождествляется с параболоидом вращения (т. е. аналитической поверхностью второй степени), для шляпки гриба — с совокупностью двух точечных, притягивающих или отталкивающих источников. Но особенный интерес этих исследований состоит в тщательном прослеживании характера действия «поля целого» на отдельные компоненты формообразовательных процессов. Оказывается, что по отдельности они обладают недетерминированной величиной и определенным является только конечный результат формообразования, совпадающий с эквипотенциальной поверхностью предполагаемого поля. Так, у отдельных цветков ромашки величины прироста цветоложа и венчика могут быть совершенно различными, но результирующая их всегда такова, что край цветка точно касается параболы, охватывающей все соцветие (рис. 5).

Еще нагляднее данные по развитию ангиокарпного гриба (рис. 6, А). Вначале контуры верхушки, состоящей из сплетения множества гифов, совершенно неопределенны. Затем постепенно вырисовывается геометрически очень точная дугобразная линия, соответствующая будущей верхушке, но она проходит не по верхним концам гифов, а ниже их. После этого окончания гифов, оказавшиеся выше, разрыхляются и опадают. Очевидно, что рост отдельных компонентов системы — гифов — здесь не детерминирован (может быть, только нормирован), а точность целого достигается простым и радикальным путем — отбрасыванием излишнего материала. У другого гриба — *Marasmius* sp. (рис. 6, Б — Г) — такого отбрасывания концов гифов не происходит, но на ранних стадиях развития контуры дистальной поверхности, образованной окончаниями гифов, рыхлы и неопределенны, и лишь позже происходит как бы «приглаживание» их концов, в результате чего контуры поверхности становятся точными. Морфогенное поле для этих случаев имеет следующую структуру (рис. 7). Принимается, что из двух точечных источников, расположенных в «ушках» гриба, близости от его поверхности, исходят некоторые силы, причем безразлично отталкивающие они или притягивающие. Важно лишь, что они закономерно убывают обратно

пропорционально расстоянию до источника и складываются по правилам параллелограмма. Тогда можно получить семейство эквипотенциальных поверхностей для вертикальных составляющих суммарных векторов, а какая-то одна из них соответствует наибольшей величине вертикальной составляющей (отмеченная пунктиром дуга на рис. 7). Эта дуга и будет соответствовать дистальной поверхности гриба *Marasmius* sp., по которой «приглаживаются» концы гифов, или «барьеру отбрасывания» излишка материала у ангиокарпного гриба.

Эта конструкция морфогенного поля существенно отличается от концепции ДПМ, использованной для мозговых пузырей и соцветия ромашки. Теперь окончательная конфигурация зачатка рассматривается не как притягивающая силовая поверхность, а как эквипотенциальная поверхность поля, исходящего от точечных источников.

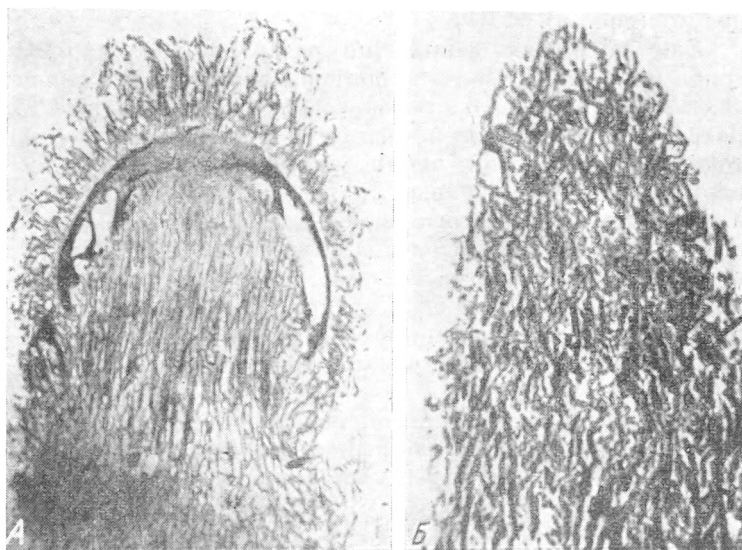


Рис. 6. Морфогенез ангиокарпного гриба неуставленного вида и *Marasmius* sp.

А — образование дугообразного «барьера отбрасывания» в зачатке ангиокарпного гриба,

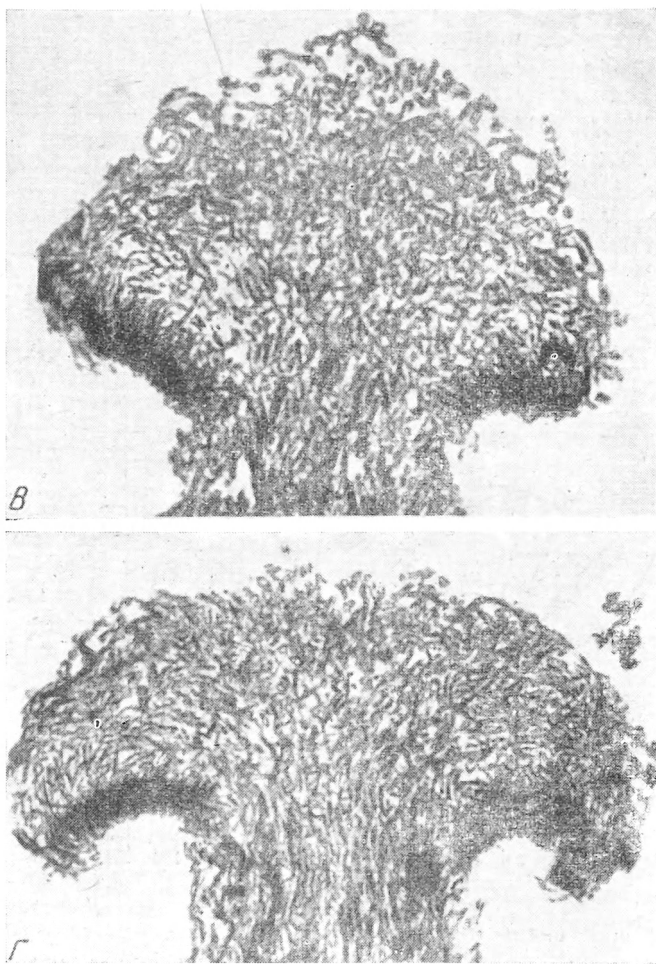


Рис. 6 (продолжение)

Б, В, Г — последовательные стадии развития *Marasmius* sp. с постепенным упорядочением контуров дистальной поверхности (по Gurwitsch, 1930)

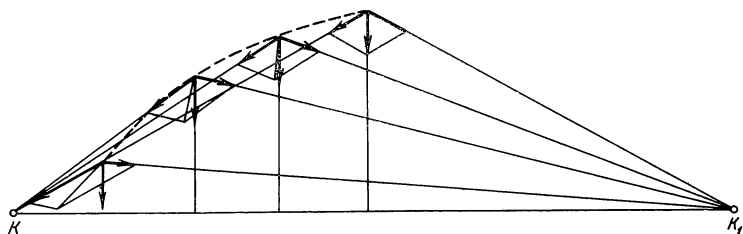


Рис. 7. Морфогенное поле для дистальной поверхности плодовых тел грибов

Эта поверхность соответствует эквипотенциальной поверхности наибольших вертикальных векторов суммарного поля от двух источников, расположенных в точках K и K_1 (по Gurwitsch, 1922)

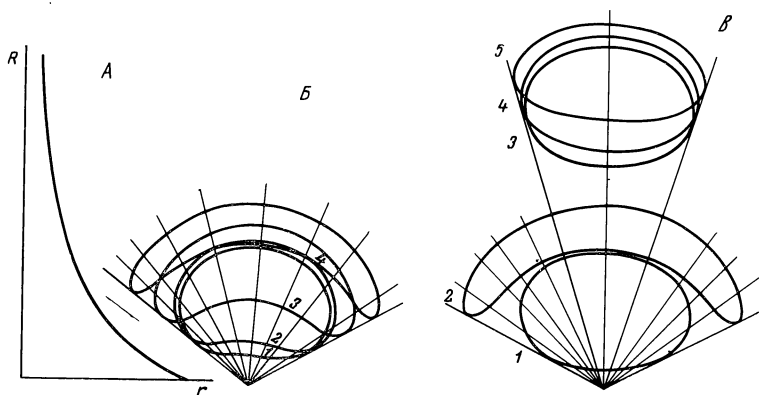


Рис. 8. Морфогенное поле закладки хряща

A — зависимость пути (r), проходимого некоторой точкой поверхности ядра от исходного расстояния (R) между этой точкой и источником поля (гипербола второй степени); B — вычисленные изменения конфигурации ядра ($1-4$),двигающегося от источника поля O ; V — вычисленные изменения конфигурации ядра, возникшего в результате митоза в центральном ($1-2$) и периферическом ($3-5$) районах поля (по Аникину, из Gurwitsch, 1930)

Этот шаг ведет к устранению телеологического оттенка предыдущих полевых конструкций; поле начинает рассматриваться как причинный принцип.

Следующий важный шаг вперед в конструировании «морфогенных полей» сделан в работе А. В. Аникина¹,

¹ А. В. А н и к и н. Das morphogene Feld der Knorpelbildung. «Arch. Entwicklungsmech.», 1929, Bd. 114.

выполненной под непосредственным руководством Гурвича. В ней анализируются изменения форм ядер мезенхимных клеток в закладке фаланговых хрящей тритона. Формы ядер здесь разнообразны: расположенные по средней оси хрящевой закладки ядра почти округлы, дальше к периферии — все более изогнуты и, наконец, еще дальше — снова округлы. Все разнообразие форм удается с высокой точностью уложить в некоторый общий закон. Он основан на предположении, что деления ядер проходят преимущественно на оси симметрии закладки и оттуда ядра продвигаются к периферии, причем скорость движения каждой точки ядра обратно пропорциональна ее расстоянию до центра закладки:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{k}{x},$$

где x — положение точки; t — время; k — коэффициент пропорциональности.

Исходя из этой формулы, можно построить графики скорости для каждой точки поверхности ядра в зависимости от ее расстояния до центра (рис. 8), а уже на их основании — построить теоретические формы ядер. Наблюдения показывают точнейшее сходство теоретических форм с реальными. Округлые формы наиболее периферических ядер объясняются в этой конструкции тем, что они были на далеком расстоянии от центра. В такой конструкции принимается, что в геометрическом центре хрящевой закладки находится точечный источник некоторого отталкивающего поля, действие которого выражается приведенным выше уравнением. Этому полю соподчинены все элементы поверхности каждого ядра, в то время как взаимные связи между элементами ограничиваются, в сущности, лишь условием нерастяжимости оболочки ядра (постоянства ядерного объема). Очевидно, что условию нерастяжимости соответствовало бы бесчисленное множество конфигураций, так что выбор той, которая реально наблюдается, определяется исключительно фактором поля.

Все это представляет собой конструкцию редкого изящества, где на конкретном примере последовательно осуществлен принцип нормировки единым векторным полем элементов, взаимно почти независимых.

Существенный прогресс по сравнению с прошлыми конструкциями состоит как в строгой причинности (не телео-

логичности) всего построения, так и в более простой, чем раньше, геометрической формулировке поля. Оно связывается уже не со сложно конфигурированной силовой поверхностью, а с некоторой точкой. Следует подчеркнуть, что, по мысли Гурвича, источник поля не связан с каким-либо определенным материальным элементом и локализован строго в геометрическом центре закладки, вне зависимости от того, есть там какая-нибудь клетка или нет. Упорный отказ указать материальный носитель поля был в свое время одним из главных поводов для обвинений Гурвича в агностицизме. Сегодня, однако, нетрудно видеть, что дело объяснялось не желанием Гурвича намеренно «затуманить» теорию, а сознанием предварительности всей концепции в целом, которую неразумно было в то время излишне конкретизировать (к этому мы еще вернемся в заключительной части главы). Главным же недостатком теории, который отмечал сам Гурвич, продолжал оставаться частный характер концепции, невозможность распространить ее на широкий круг морфогенетических процессов.

Изложенная работа — последнее конкретное построение морфогенного поля, предпринятое Гурвичем. Частные построения такого рода перестали его удовлетворять, и яснее становилась необходимость перевода всей теории на принципиально иные рельсы. Существует, однако, еще несколько подобных работ, выполненных под непосредственным влиянием Гурвича. Среди них выделяются две работы Е. С. Смирнова (первая — совместно с Желоховцевым)¹. В работе названных авторов показано, что как нормальный, так и экспериментально видоизмененный рост листа настурции может быть описан инвариантным уравнением так называемой конхоиды. Конхоида представляет собой семейство кривых, соединяющих точки,двигающиеся с равными скоростями по сходящимся прямым. Двигаясь по этим кривым в обратном порядке, снизу вверх, можно получить конфигурацию всех промежуточных стадий развития листа. Поскольку здесь ход формообразования описывается исходя из конечной стадии (плоская поверхность на месте впадины), эта конструкция снова

¹ E. S. S m i r n o v u. A. Z h e l o c h o v t z e v. Das Gesetz der Alterveränderungen der Blattform bei *Tropeolum majus* L. «*Planta*», 1934, Bd. 15.

напоминает ДПМ. Работа интересна тем, что является до некоторой степени промежуточной между теорией поля и теорией роста, созданной Гексли, д'Арси, Томпсоном и другими.

В этой связи следует отметить несомненное родство обоих направлений. Ведь в основе работ по теории роста лежит также стремление отыскать инвариантные законы изменения. Только исследуемые здесь процессы значительно монотоннее эмбрионального формообразования и поэтому легче укладываются в относительно простые зависимости. Однако, как видно на примере работы Смирнова и Желоховцева, резкой грани между ростом и формообразованием провести невозможно. Существенное различие в идейных подходах теоретиков роста и теоретиков поля. Если первые подчеркивают чисто описательный характер своих уравнений и, по-видимому, не стремятся выразить ими динамические, управляющие процессом факторы, то вся теория поля возникла из стремления придать «целому» динамические характеристики. Но, может быть, для такого самоограничения теоретиков роста и нет достаточных оснований, и со временем удастся вскрыть внутренний динамический смысл, например, коэффициента аллометрического роста. Можно надеяться, что на этом пути удастся в конце концов добиться слияния двух родственных направлений.

Вторая работа Е. С. Смирнова описывает зависимость между длиной лепестков краевых цветков соцветия и отклонением оси лепестка от радиальной плоскости соцветия. Автор делает вывод, что развитие лепестков происходит в общем радиальном поле соцветия, которое способствует росту лепестков, расположенных ближе всего к радиальной оси соцветия. Тщательный экспериментальный и описательный анализ позволяет отвергнуть различные чисто «гидравлические» причины торможения роста (вследствие зажатия сосудов и т. п.). Описанный Е. С. Смирновым феномен бесспорно заслуживает дальнейшего исследования, хотя связь его с современной формой теории поля не вполне ясна.

То же самое можно сказать и о работе Л. Д. Фелициной-Гурвич «Применение понятия поля к анализу эмбриональных процессов дифференцировки» — единственной работе, анализирующей с позиции теории поля проблемы цитодифференцировки: развитие палочковых и колбочко-

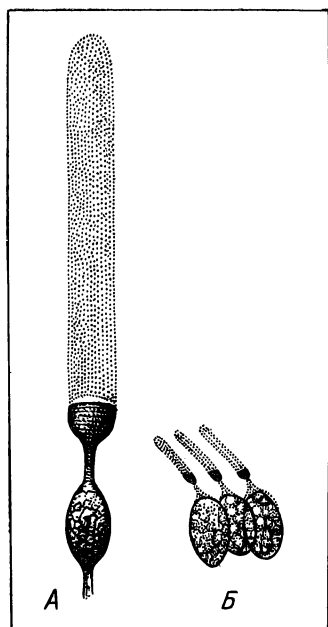


Рис. 9. Палочковые рецепторные клетки в сетчатке молодой лягушки сразу после метаморфоза из центра сетчатки (А), из периферии (Б) (при одинаковом увеличении). Одинаковая степень дифференцировки достигнута при резком различии размеров (по Л. Д. Гурвич, из Gurwitsch, 1930)

вых клеток сетчатки¹. Здесь установлен очень интересный факт различных временных сочетаний процессов роста и дифференцировки в центральных и краевых рецепторных клетках сетчатки. В центральных клетках наблюдается сначала рост, потом дифференцировка, а в краевых — наоборот. Поэтому в центральной зоне можно видеть большие недифференцированные клетки, а в краевых — клетки значительно меньших размеров уже дифференцированные, (рис. 9). Таким образом, процессы роста и дифференцировки отдельной клетки не находятся в однозначной взаимной временной связи, а конечный результат, несмотря на это, везде один и тот же. Чисто феноменологически можно утверждать, что определенное временное соотношение процессов роста и дифференцировки является функцией от расстояния данной рецепторной клетки до центра сетчатки

¹ L. D. Felicine-Gurwitsch. Die Verwertung des Feldbegriffes zur Analyse embryonaler Differenzierungsvorgänge. «Arch. Entwicklungsmech.», 1924, Bd. 101.

(места выхода зрительного нерва). Хотя формально здесь налицо зависимость от положения, т. е. соблюден основной критерий наличия поля, природа этой зависимости может иметь частный характер и вряд ли относится к тому же кругу явлений, что морфогенетические процессы в ранних эпителиальных и мезенхимных зачатках. Но во всяком случае эта работа интересна как попытка подойти с позиций теории поля к проблеме цитодифференцировки.

Отметим, наконец, еще один «набросок» применения принципа поля к явлениям цитодифференцировки. Речь идет о сложных перестройках семенной клетки в процессе спермиогенеза. Как известно, там наряду с изменением формы клетки происходят сложные, в основном вращательные перемещения центриолей, аппарата Гольджи и

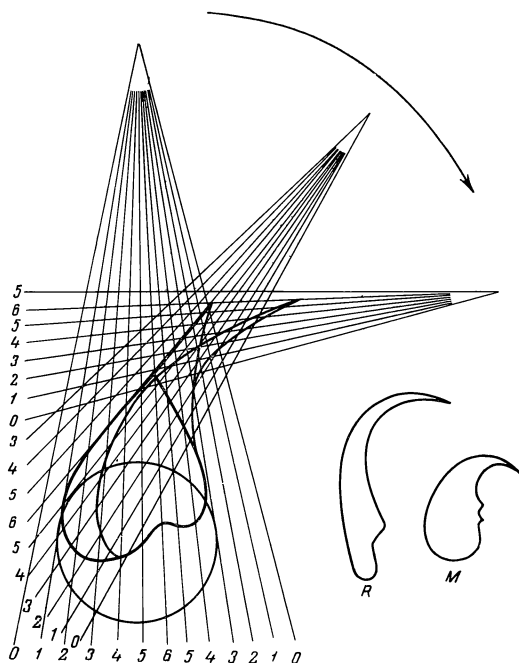


Рис. 10. Конструкция поля для дифференцировки головки сперматозоида. Изображена конфигурация трех последовательных стадий развития. Справа — головки спермия крысы и мыши (по Gurwitsch, 1927)

других органелл. В одной из работ Гурвича ¹ показано, что все эти передвижения могут быть описаны единым законом, если допустить, что семенная клетка находится в некотором точечном внешнем поле, которое вращается вокруг клетки (рис. 10). Как ни предварительна и абстрактна эта конструкция, но, учитывая полную загадочность рассматриваемого процесса, не следует отвергать возможности его объяснения на предложенной Гурвичем основе.

Как размышления над проблемами цитодифференцировки, так и разработка проблемы митогенетического излучения непрерывно усиливали и углубляли интерес Гурвича к процессам молекулярного уровня и стремление видоизменить теорию поля так, чтобы применить ее и к событиям этого уровня. В следующем разделе будет прослежено зарождение этих аспектов теории поля.

4. «Молекулярные» истоки теории поля: нормировка и эквипотенциальность на молекулярном уровне, молекулярная неравновесность протоплазмы

Интерес к молекулярным явлениям возник у Гурвича в самом начале его научной деятельности, что в то время казалось совершенно необычным для гистолога. Это ярко проявилось в его работе «О явлениях регуляции в протоплазме» ², заслуженно считающейся классической. Прежде всего, важна методическая сторона работы, где впервые с экспериментально-эмбриологическими целями был применен метод центрифугирования. Хорошо известно, насколько широко и плодотворно этот метод использовался впоследствии. Но еще существеннее, что эта работа может считаться едва ли не первым исследованием по «молекулярной биологии», потому что в ней впервые в достаточно четкой форме поставлен вопрос о связях молекулярных структур, лежащих за пределами оптической видимости, с явно видимыми цитологическими процессами жизнедеятельности. Вместе с тем работа написана в остро-дискуссионном духе, направленном против господствующих в то время чисто микроскопических теорий строения протоплазмы.

¹ A. G. Gurwitsch. Weiterbildung und Verallgemeinerung des Feldbegriffes. «Arch. Entwicklunsmech.», 1927, Bd. 112.

² А. Г. Гурвич. О явлениях регуляции в протоплазме. Юрьев, 1904.

Основной результат работы состоял в том, что первые проявления развития яйца лягушки (дробление, образование бластулы) могут идти при «полной перетасовке» его внутреннего содержимого и после полного исчезновения видимой структурированности цитоплазмы, которая в большинстве случаев после этого воссоздается снова (иногда же развитие идет и без ее восстановления).

«Плазменная структура (здесь специально пенистая), являющаяся субстратом тех или иных жизненных процессов,— писал А. Г. Гурвич,— может искусственно воссоздаться из составных частей плазмы, являющихся в микроскопическом (морфологическом) смысле аморфными. Являясь, таким образом, рабочим механизмом клетки, пенистая структура не является носителем жизни ее и сама называется факторами другого порядка, покамест нам не известными... Самый факт создания... заново из аморфных материалов пенистой структуры указывает... на присутствие в клетке факторов неструктурных (или мегаструктурных), вызывающих, однако, своей деятельностью определенные структуры».

При всей принципиальной важности высказанных здесь идей, они еще довольно общи и могут быть истолкованы в различных смыслах. Прежде всего, можно сделать упор на мысль о решающем значении структур и процессов субмикроскопического (вплоть до молекулярного) порядка величин. Так понимал данную работу, например, Д. А. Сабинин¹. В этом случае А. Г. Гурвича можно рассматривать просто как одного из предшественников современной «ортодоксальной» молекулярной биологии. Но это было бы не совсем правильно. В этой работе уже наметились зародыши тех «неортодоксальных» взглядов, которые позже привели Гурвича к построению совершенно особой «молекулярной биологии», в которой решающая роль придается неравновесным молекулярным структурам. В работе еще нет и намека на это понятие, но первый шаг в данном направлении был сделан. Он состоял в распространении принципа регуляции Дриша на структуры молекулярного порядка величин.

Дело в том, замечает Гурвич, что даже если принять существование в центрифугированном яйце некоторых

¹ Д. А. С а б и н и н. Физиологические основы питания растений. М., изд-во АН СССР, 1955.

субмикроскопических структур, «не пострадавших в своей целостности и могущих воссоздать структуру (пенистую), видимую микроскопически», то их исходное пространственное распределение не могло не нарушиться. Но тогда нормальное развитие центрифугированного яйца представляет собой регуляцию, аналогичную регуляциям, описанным Дришем для клеточного уровня. И независимо от того, каким конкретным путем регуляция осуществляется: путем ли возвращения каждой структуры на свое исходное место (что, конечно, маловероятно) или же путем изменения характера использования этой структуры (что подразумевает большую степень эквипотенциальности молекулярных структур ооплазмы), — «разгадка проблемы заключается... не в атомизирующих представлениях о структуре плазмы, а в выяснении фактора, присущего яйцу как целому и остающегося ненарушенным и незаде-тым при полной перетасовке элементов яйца».

Нетрудно видеть, что здесь А. Г. Гурвич предпринял попытку распространения «принципа целого» на молекулярный уровень, и эта первая попытка, на много лет обогнавшая науку того времени, имеет исключительную важность. Вместе с тем трудно прямо связать ее с современной формой теории поля, да и сам Гурвич не стремился к этому. В полном соответствии с современными взглядами, хотя и независимо от них, он много позже писал, что оси зародыша, т. е. его полярность, определяются той частью яйцевого тела, которая не затрагивается перемещениями (наиболее поверхностным слоем). Впрочем, конкретную проблему факторов регуляции в центрифугированных яйцах Гурвич в дальнейшем не разрабатывал. Зародившиеся мысли о возможности регуляций на молекулярном уровне он применил с большой последовательностью к другим процессам, ближе стоящим к нормальной жизнедеятельности организма. В этом еще раз ярко проявился характерный научный подход автора — стремление показать, что данный механизм действует не только в совершенно исключительных экспериментальных условиях (как при центрифугировании яйца), но является и «рабочим механизмом» нормального развития. Следы упорных поисков в этом направлении видны во многих работах 20—30-х годов. В дальнейшем из них будет выделено лишь то, что имеет прямое отношение к развитию теории поля. Гурвич ставил вопрос: приложимы ли к молекулярному

уровню организации понятия эквипотенциальности (или, как часто в данном случае он говорил, «полиреактивности») и нормировки? Иными словами, могут ли и внутриклеточные структуры (а не только клетки и многоклеточные комплексы, как в классических дришевских регуляциях) проявлять иные формы поведения, кроме обнаруживаемых «в норме» и могут ли внутриклеточные процессы протекать в иных, нежели в норме, пространственно-временных сочетаниях? Очевидно, что первая часть вопроса близка к проблеме эквипотенциальности (полиреактивности), а вторая — к проблеме нормировки.

Наиболее полно затронутый вопрос разработан в большой монографии «Гистологические основы биологии»¹. Эта замечательная книга читается и сегодня с живым интересом, причем может быть наиболее привлекательной ее чертой является намеренная «недосказанность» многих положений, что не только стимулирует теоретическое мышление, но подчас содержит наметки для совершенно конкретных, до сих пор не выполненных экспериментальных исследований. Анализируя хаотичное поведение клеточных органелл (центриолей, митотических веретен) в наркотизированных яйцах (опыты В. В. Половцевой), А. Г. Гурвич пишет: «В способном к развитию яйце бок о бок сосуществуют многие независимые тенденции приблизительно равной силы, например тенденция ядер к росту и ассимиляции, тенденция центрозом к размножению (с одновременным построением ахроматических фигур) и т. д. Чтобы шло упорядоченное развитие, эти тенденции должны до некоторой степени подавляться или удерживаться в определенной норме...

Тот факт, что два компонента (центриоли и хромосомы — Л. Б.) такого с виду единого процесса, как нормальный двухполюсный митоз, в действительности являются взаимно чуждыми и взаимно не координированы, полон глубокого значения.

...Не только на уровне многоклеточного организма, но и на величинах внутриклеточного порядка одновременно и бок о бок протекают процессы, между которыми может отсутствовать всякая связь и которые, будучи предоставленными сами себе, взаимно пересекаются и приводят к

¹ А. Г. G u r w i t s c h. Die histologischen Grundlagen der Biologie. Jena, 1930.

совершенно беспорядочным результатам. В норме такой механизм снабжен постоянно действующим регулятором. Однако существующая и при нормальных условиях определенная степень индетерминации показывает, что это управление (нормировка или детерминация) не является и не может быть исчерпывающим и что остаются отдельные процессы, большей частью локального характера, которые не находятся вовсе в видимой связи с моментальным состоянием целого»¹.

Подобные соображения способствовали распространению принципов нормированного управления на события внутриклеточного уровня. Клетка предстала не как «решетка» жестко связанных друг с другом (на одном уровне) процессов, а как область нормированного управления, при котором пространственно-временные связи между отдельными структурами (процессами) не могут быть выведены из свойств самих процессов (структур) в отдельности. Этот тезис Гурвич применял на протяжении рассматриваемой книги много раз: к различным частям митотического аппарата, фибриллам, ассоциациям митохондрий и т. д., а на основании некоторых физиологических соображений и к молекулярному субстрату нервного волокна.

При дальнейшей разработке проблемы особенное внимание было направлено на выяснение факторов, вызывающих перестройку форм, расположения, дисперсности и тому подобных пространственных свойств видимых внутриклеточных структур, т. е. факторов, позволяющих обнаружить их пространственную полиреактивность. Оказалось, что это по большей части такие воздействия (наркотики, охлаждение, голодание), от которых трудно ожидать прямого химического действия и которые вернее всего прямо или косвенно понижают интенсивность энергетического метаболизма.

Так зародилась мысль о том, что энергия метаболизма необходима для самого поддержания структур протоплазмы, т. е. что эти структуры являются неравновесными. Здесь идеи Гурвича смыкаются с мыслями ряда передовых биологов 20—30-х годов, подчеркивающих динамическое состояние протоплазматических структур и неразрывную связь энергетического и пластического обмена. Впервые излагая эти мысли в статье «Дальнейшее развитие и обоб-

¹ A. G. Gurwitsch. Die histologischen Grundlagen der Biologie. Jena, 1930 S. 109.

щение понятия поля», Гурвич ссылается на данные Варбурга, делающие вероятным существование неравновесных структур в цитоплазме яиц морского ежа. Но ближе всего к Гурвичу оказался в этом отношении Э. Бауэр, независимо пришедший к выводам о неравновесном состоянии живой материи¹.

Э. Бауэр считал, что общим свойством белковых молекул всех живых систем является их «устойчиво неравновесное состояние», которое он представлял себе как деформацию молекул. Энергия метаболизма переводится сначала в соответствующую этому состоянию «структурную энергию» деформированных молекул, которая в свою очередь переходит во все виды работы, совершаемые организмом.

Свою концепцию Бауэр рассматривал как гипотезу, подлежащую экспериментальной проверке. Наиболее прямым способом было бы обнаружение выделения организмом энергии неравновесного состояния при его отмирании или далеко зашедшей деградации. Научной интуиции Бауэра делает честь то обстоятельство, что в поисках этих доказательств он фактически предсказал существование «деградационного митогенетического излучения», открытого в лаборатории Гурвича в конце 30-х годов (подробнее об этом говорится в гл. IV).

А. Г. Гурвич неоднократно подчеркивал близость своей концепции неравновесности к взглядам Бауэра и указывал на приоритет Бауэра в обобщении и широком использовании этого понятия. Вместе с тем в понимании конкретных способов осуществления неравновесности Гурвич под давлением эмпирических фактов значительно уточнил представления Бауэра. Как оказалось (см. гл. IV), деградационное митогенетическое излучение обнаруживается и при таких воздействиях, которые могут нарушить лишь пространственное расположение молекул, но не их внутреннюю структуру. Поэтому Гурвич сделал вывод, что не только отдельные молекулы, но и целые молекулярные ассоциации в протоплазме находятся в неравновесном состоянии. Эти ассоциации, в которых молекулы не скреплены между собой даже слабыми химическими связями, поддерживаются лишь благодаря непрерывному притоку энергии метаболизма. Гурвич назвал их «неравновесными молекулярными констелляциями» (НМК).

¹ Э. Бауэр. Теоретическая биология. М., Изд-во ВИЭМ, 1935.

Но чтобы НМК существовали хотя бы кратковременно, в дополнение к непрерывной подаче энергии требуется фактор, ограничивающий степень свободы неупорядоченного теплового движения молекул. Так экспериментальные данные подвели Гурвича к предположению чрезвычайной важности: в живых системах энергия молекулярного движения должна быть в какой-то мере векторизована. Отсюда вытекало, что векторные поля, определяющие закономерности морфогенетических клеточных движений, должны действовать и на молекулярном уровне организации. Для создания законченной новой теории поля, применимой к явлениям не только клеточного, но и молекулярного уровня, и лишенной узости предыдущих конкретных построений, потребовалось несколько лет напряженной теоретической работы. Ученый вел ее в тяжелых условиях военных лет: первые наброски новой теории поля появились в дневниковых записях октября-ноября 1941 г., сделанных еще в осажденном Ленинграде. В 1944 г. новая теория была опубликована ¹.

5. Теория клеточных полей

Составить общее представление об основных принципах этой новой теории можно по краткому ее изложению, данному А. Г. Гурвичем в 1948 г.: «Принимается существование клеточных полей, охарактеризованных следующим образом. С каждой клеткой связано непрерывно существующее собственное поле, источник которого как-то связан с ее ядром. Поле — векторного характера, направление векторов — от источника (т. е. от центра), причем поле обладает постоянной, специфической для данного вида анизотропией. Будучи приблизительно радиальной структуры, клеточное поле обладает, конечно, декрементом, но предполагается его заметное еще действие и за пределами каждой клетки.

Принимается, таким образом, взаимодействие клеток через посредство их полей. Другими словами, в каждой точке пространства внутри нее или в ближайшем окружении живой системы существует поле, охарактеризованное

¹ А. Г. Г у р в и ч. Теория биологического поля. М., изд-во «Сов. наука», 1944.

вектором, являющимся результатом геометрического сложения векторов индивидуальных клеточных полей. Такое синтезированное поле обозначается как «актуальное». Этим подчеркивается его меняющийся, по крайней мере, в течение индивидуального развития организма, характер, так как моментальное состояние актуального поля есть функция от числа и взаимного расположения входящих в систему клеток, т. е. от переменных величин.

Функция поля характеризуется и исчерпывается следующим.

При поглощении находящейся в поле молекулой избыточной энергии, она превращается в кинетическую, причем вектором поля в данной, т. е. занятой молекулой точке, определяется направление, а величиной вектора (интенсивностью поля в данной точке) — величина той слагаемой к неупорядоченному (тепловому) мгновенному движению молекулы, которая дается кинетической энергией.

Таким образом, путь, пройденный возбужденной молекулой под влиянием поля, определяется запасом ее избыточной энергии, скорость — интенсивностью поля в данной точке. Так как в близких точках векторы мало отличаются по направлению и интенсивности, соседние молекулы будут прокладывать в поле близкие друг другу по направлению и величине пути, т. е. оставаться в непосредственном соседстве друг с другом. Пребывание молекул в таком пространственном взаимоотношении друг с другом и создает их «неравновесную» констелляцию, так как, согласно определению, молекула, отдавшая свою избыточную энергию, выходит из сферы действия поля.

Существование каждой конкретной констелляции может быть поэтому лишь кратковременным, но статистически на близких промежутках времени, при приблизительно сохраняющихся общих условиях, в данном районе будут преобладать констелляции определенного типа, эволюционирующего по мере изменения актуального поля в данном районе»¹.

Таким образом, основные положения новой теории сводятся к следующему:

1. Некоторые процессы, протекающие в клеточных ядрах, являются источниками особого векторного поля.

¹ А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич. Введение в учение о митогенезе. М., Медгиз, 1948, стр. 99.

2. Векторы этого поля действуют на молекулы протоплазмы, переводя часть их внутренней энергии в кинетическую. Эта «кинезирванная компонента» затрачивается молекулой на продвижение по направлению от источника поля.

«Интенсивность поля» (величина вектора) измеряется отношением «кинезированной энергии» молекулы к ее общей энергии и убывает обратно пропорционально (предположительно) квадрату расстояния от источника.

3. Поле пространственно анизотропно. Это значит, что проведенная вокруг источника поля поверхность, соединяющая точки приложения векторов равной длины (изодинамическая поверхность) есть не шар, а эллипсоид. Анизотропия эллипсоида (отношение всех его трех осей) есть видовая постоянная.

4. Векторы поля от разных источников могут складываться в любой точке пространства по правилам геометрического сложения.

Самое своеобразное в этой теории — представления о механизме возникновения поля в клеточных ядрах. Биологическое поле, по мысли Гурвича, не может быть сведено ни к одному из известных физических полей. Оно присуще только живому и преемственно, т. е. не может возникнуть в какой-то момент заново. Источниками поля Гурвич считает молекулы хроматина. Они «генерируют» поле лишь в некоторые моменты своего существования, когда находятся в «возбужденном состоянии». Конкретизировать это понятие в начале 40-х годов было невозможно. Позже Гурвич связывал это состояние с моментом образования комплекса ДНК-белок¹. Но и тогда молекула хроматина является источником поля лишь в том случае, если она находится в поле действия другой молекулы хроматина, находящейся в подобном состоянии на Δt раньше. «Генерация» поля ядром должна поэтому представляться как бы в виде «вспышек», переходящих от одной молекулы хроматина к другой. В такой форме и осуществляется непрерывность и преемственность поля в живых системах. В огромных скоплениях молекул хроматина, какими являются клеточные ядра, непрерывность может достаточно легко поддерживаться.

¹ А. Г. Гурвич. Принципы аналитической биологии (рукопись).

Другой своеобразный момент теории — утверждение, что энергия поля не сосредоточена в его источнике. Исходящий из источника вектор только «кинезирует» часть внутренней энергии данной молекулы, полученной ею из обычных метаболических ресурсов. Вектор поля, таким образом, представляет собой лишь некоторый «сигнал».

Уже из этого краткого изложения видно, насколько резко отличается новая теория от прежних концепций морфогенных полей. Если оставить пока в стороне понятия молекулярного порядка, то особенно бросается в глаза как будто полный отказ от такого основного принципа прежней теории, как принцип нормированного соподчинения взаимно независимых элементов (клеток) главенствующему над ними надклеточному целому. Взамен вводится отвергавшееся ранее представление о взаимодействии элементов. Это вызвало в свое время непонимание и критику даже со стороны немногих сторонников прежней концепции. В значительной мере для ответа им А. Г. Гурвич писал в своей последней опубликованной статье по теории поля: «При ознакомлении с теорией клеточных полей первое впечатление такое, что речь идет о полной сдаче прежних позиций и даже о возрождении взглядов, по существу, совпадающих с младенческим периодом учения о клетке... Мы постараемся показать, что это далеко не так. Правда, теория клеточного поля является, несомненно, крупным, даже радикальным сдвигом нашей прежней концепции, характеризованной первоначально понятием динамически преформированной морфы, но сдвигом, являющимся в то же время логическим развитием первоначальной идеи»¹.

Затем автор ставит вопрос: для чего требуется в эмбриологии понятие целого? Ведь, очевидно, нет смысла рассматривать его как выражение некоторой самостоятельной сущности. Просто существует ряд неотъемлемых свойств эмбриогенеза, которые удобно объяснять или даже просто описывать, ссылаясь на «целое». Эти свойства, конечно, достаточно фундаментальны. Прежде всего, уже одно только описание морфогенетических клеточных движений немислимо без ссылки на внешнюю (относительно

¹ А. Г. Гурвич. Понятие «целого» в свете теории клеточного поля. Сб. «Работы по митогенезу и теории биологического поля». М., Изд-во АМН, 1947, стр. 147.

клетки) систему координат, которая может быть связана с «целым», например с осями целого зародыша. Затем разнообразные процессы пространственного упорядочения и вообще развития правильной формы наводят на мысль о наличии некоторого, уже не только чисто геометрического, но и динамического фактора целого. В 1912 г. Гурвич показал, что только признание действия целого на эквипотенциальные элементы может вывести проблему дифференцировки из того заколдованного круга преформизма; в котором она обречена вечно вращаться.

Но все перечисленные задачи решаются теорией клеточных полей не хуже, чем предыдущими вариантами теории, так что понятие «нерасчленяемого целого» оказывается необязательным. Рассмотрим это по порядку:

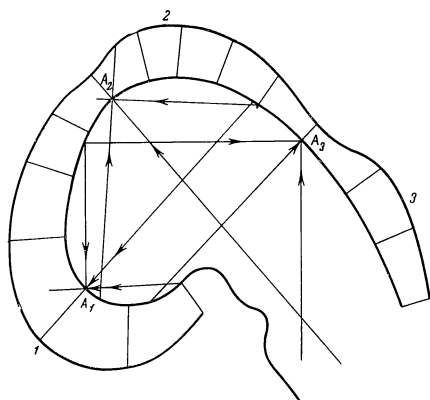
1. Положение (а следовательно, и движение) клетки, входящей в некоторый клеточный комплекс может, быть однозначно записано не только, например, относительно осей комплекса как целого, но и относительно совокупности всех входящих в состав комплекса клеток, если последние рассматриваются как носители выходящих за их пределы векторных факторов. Синтезированное клеточное поле создает, таким образом, своеобразную, но вполне однозначную систему отсчета положения, могущую заменить систему, связанную с «нерасчленяемым целым».

2. Явления пространственного упорядочения могут при определенных условиях быть выведены и из концепции клеточных полей. Действительно, эквипотенциальная поверхность некоторого синтезированного поля будет в результате перекрывания (геометрического сложения) полей соседних клеток всегда правильнее, чем расположение самих источников этого поля. Поэтому во внешнем поле всегда будет происходить выравнивание (упорядочение) клеточного расположения. Особенно это заметно, если внешние поля сами обладают более или менее упорядоченным расположением источников¹.

3. Теория клеточных полей вполне позволяет вывести процесс дифференцировки — возникновения и нарастания различий между частями исходно однородного комплекса. Наиболее очевидно это для чисто геометрических процессов дифференцировки, т. е. для формообразования.

¹ Л. В. Белоусов. Процессы упорядочения в морфогенезе гидроидных полипов. «Биол. науки», 1967, № 6.

Рис. 11. Приближенная конструкция синтезированного клеточного поля зачатка головного мозга зародыша курицы. Внутренний контур — медиальный разрез через мозг куриного зародыша в возрасте около 40 часов. На последующих стадиях развития наблюдается расчленение первичного мозгового пузыря на передний (1), средний (2) и задний (3) (внешний контур) (по Гурвичу, 1944)



Представление о способе такого выведения дает один пример, разобранный Гурвичем в книге 1944 г. (рис. 11). За исходную стадию взят еще нерасчлененный первичный мозговой пузырь и определены приблизительно относительные величины векторов синтезированного поля противоположащих клеток на некоторые избранные точки поверхности (исходя лишь из того, что величины вектора обратно пропорциональны расстояниям). Взаимодействие отдельных участков выражено условно тремя векторами: нормальным и двумя под углом 45° к первому. Векторы на разные точки неравны между собой, и в результате намечается расчленение единого пузыря на три отдела: передний, средний и задний мозг, что соответствует нормальному ходу процесса. Слегка наметившиеся под действием внешних полей углубления нарастают затем уже под действием «местных полей», образованных боковыми стенками углубления.

Интересно сравнить это построение с обычными для экспериментальной эмбриологии попытками объяснить расчленение центральной нервной системы позвоночных. Здесь нет другого выхода, кроме сведения причин расчленения нервной трубки на существующую неоднородность индуцирующей закладки (хордомезодермы). Но опыты показывают, что если хордомезодерма и обладает пространственной неоднородностью, то все же значительно меньшей, чем нервная трубка. Значит, в морфогенезе нервной трубки наблюдается усложнение пространственной организации. Закон подобного усложнения и дает теория поля. Тем самым достаточно определенно указыва-

ется место теории поля в причинной эмбриологии, и приходится лишь сожалеть о том безразличии, с которым большинство эмбриологов отнеслось к концепции Гурвича.

Следует также сопоставить концепцию клеточных полей со старой концепцией «динамически преформированной морфы», созданной для объяснения того же органогенеза. Нетрудно понять, что между обеими не осталось, в сущности, ни одной общей черты, и первая концепция полностью устранена. Специфический наклон клеточных осей теперь выводится совершенно иным способом — из векторного взаимодействия клеток. Но все же существует некоторое объединяющее начало обеих концепций: стремление дать инвариантный закон для возможно большего отрезка развития. Нетрудно видеть, насколько вторая совершеннее первой.

Если чисто формообразовательные задачи решаются с точки зрения теории клеточных полей в принципе просто и перспективы конкретной исследовательской работы достаточно ясны, то анализ процессов внутренней клеточной дифференцировки — задача более трудная. Поскольку, однако, существование пространственного контроля над цитодифференцировкой несомненно, естественно попытаться приложить сюда те же принципы. По мнению Гурвича, ход внутренней дифференцировки данной клетки осуществляется под действием полей ближайших клеток («микрполя»), которые изменяют конфигурацию неравновесных констелляций или макромолекуле и тем самым могут влиять на ферментативную активность и в конечном счете на химическую специфику клетки. Подробнее этот вопрос будет обсужден в заключительном разделе этой главы.

Выполняя, таким образом, все те задачи, которые стояли перед концепциями морфогенных полей, теория клеточных полей имеет ряд неопределимых преимуществ. Они состоят прежде всего в ее всеобщности и конкретности, допускающей (по крайней мере, в наиболее простых системах) прямую эмпирическую проверку.

Что касается представлений о взаимодействии клеток, то оно принципиально отличается от одноименных представлений экспериментальной эмбриологии введением геометрических параметров. Именно это и позволяет: 1) описать через посредство клеточных взаимодействий положение каждой клетки в целом; 2) сохранить старое, но эмпирически подтвержденное представление о слабой зависи-

мости (или даже полной независимости) любых двух в отдельности взятых элементов (клеток), пусть даже соседних между собой. Действительно, если судьба данной клетки определяется синтезированным вектором от всех близлежащих клеточных полей, зависимость ее от одной соседней клетки (дающей лишь небольшую часть общего вектора) может быть совершенно неощутимой. Этим теория поля коренным образом отличается, например, от представлений о контактных взаимодействиях клеток, где допускается взаимовлияние лишь ближайших соседей.

Наряду с возможностью конкретных геометрических конструкций клеточных взаимодействий новая редакция теории поля была приложена, как это и вытекало из ее замысла, к анализу разнообразных молекулярных процессов в живых системах: явлений синтетического и литического обмена, молекулярных процессов при нервном раздражении и т. д. Эти вопросы более всего интересовали Гурвича в последний период его работы. Их разработка неразрывно связана с анализом неравновесных молекулярных констелляций протоплазмы, основным средством которого является исследование деградационных спектров митогенетического излучения. Поэтому изложение этих данных, равно как и созданной на их основе «физиологической теории протоплазмы» дается в главе о митогенетическом излучении (гл. IV).

А. Г. Гурвич и его сотрудники едва успели начать разработку теории клеточных полей. Помимо монографии 1944 г. существуют лишь две опубликованные на эту тему работы. В первой из них ¹ приводятся новые данные о протекании митозов в центрифугированных яйцах тритона. Эта работа является продолжением исследований Гурвича по перестройкам цитоплазматических структур в центрифугированных яйцах и содержит сведения, развивающие физиологическую теорию протоплазмы. Во второй работе ² на очень обширном материале устанавливается факт на-

¹ Л. Я. Б л я х е р. Митозы в яйцах тритона, развивающихся после нарушения ооплазмы (Опыт анализа митоза в свете теории поля). Сб. «Работы по митогенезу и теории биологического поля». М., Изд-во АМН СССР, 1947.

² Е. Ч. П у х а л ь с к а я. Морфологические изменения митотических фигур в результате их взаимодействия. Сб. «Работы по митогенезу и теории биологического поля». М., Изд-во АМН СССР, 1947.

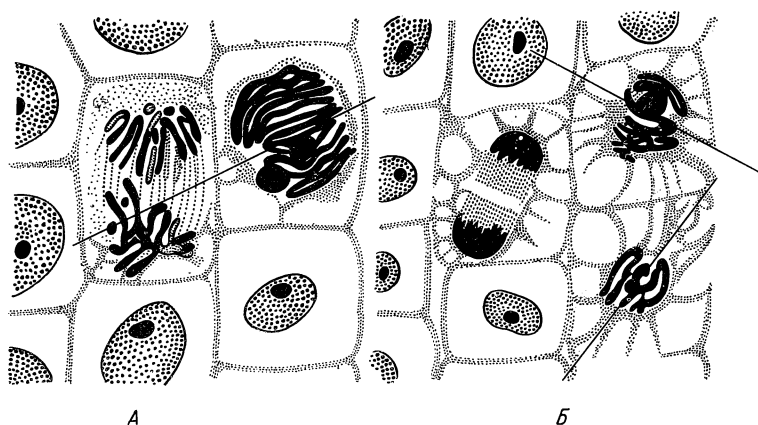


Рис. 12. Результаты воздействия спирамы на соседние, ана- и телофазы

А — искривление оси митоза, лежащего на продолжении оси спирамы; Б — симметричная телофаза, лежащая не на продолжении осей соседних спирем (по Пухальской, 1947)

правленного взаимодействия митотических фигур: хроматическая фигура начинающегося митоза (не позже стадии профазы) оказывает направленное отталкивающее действие на другие митотические фигуры, если последние расположены по оси первой (рис. 12).

А. Г. Гурвич с 1948 г. был вынужден вернуться к чисто теоретической работе. Результатом ее было большое количество работ по различным аспектам теории поля, а также по различным вопросам теоретической биологии и методологии биологических исследований. А. Г. Гурвич рассматривал эти работы как главы единой книги, которую он называл «Аналитическая биология». После смерти А. Г. Гурвича книга была подготовлена к печати под названием «Принципы аналитической биологии и теории биологического поля», но до сих пор не увидела света.

В этой книге затронуты вопросы, связанные с дальнейшим развитием теории поля. Один только их краткий перечень показывает, насколько широко представлял автор возможности ее приложения. Помимо непосредственно онтогенетических проблем, из которых зародилась теория поля («Формирование общей конфигурации и топографии

зародыша», «Дифференцировка и гистогенез», «Зародышевый путь» и другие главы), рассматриваются возможности приложения теории поля к биохимическим, физиологическим и даже психическим проблемам. Во всех случаях теория «работает» на молекулярном уровне, и основным везде является понятие неравновесных молекулярных констелляций, поддерживаемых полем.

6. Теория биологического поля и современная биология

Теория биологического поля никогда не встречала глубокого понимания и широкого признания. Только в 20-е годы она приобрела относительно широкую известность, но лишь немногие биологи (среди них П. Вейс) достаточно глубоко понимали ее значение. Теория поля первого образца (концепция ДПМ) привлекала чисто внешними своими сторонами, особенно ореолом некоторой «таинственности»¹.

Позже теория поля утратила «романтическую» популярность. Огромные успехи биологии, связанные с применением мощных «расчлняющих» методов, заимствованных

¹ О такой своеобразной популярности теории поля в 20-е годы дает представление следующее романтическое ее переложение, которое мы неожиданно находим у О. Э. Мандельштама в книге «Путешествие в Армению» (Сб. «Глазами друзей», Ереван, 1967): «Речь зашла о «теории эмбрионального поля», предложенной профессором Гурвичем. Зачаточный лист настурции имеет форму алебарды или двустворчатой удлинненной сумочки, переходящей в язычок. Он похож также на кремневую стрелу из палеолита. Но силовое натяжение, будущее вокруг листа, преобразует его сначала в фигуру о пяти сегментах. Линии пещерного наконечника приобретают дуговую растяжку.

Возьмите любую точку и соедините ее пучком координат с прямой. Затем продолжите эти координаты, пересекающие прямую под разными углами, на отрезок одинаковой длины, соедините их между собой, и получится выпуклость!

Но в дальнейшем силовое поле резко меняет свою игру и гонит форму к геометрическому пределу, к многоугольнику.

Растение — это звук, извлеченный палочкой терменвокса, воркующий в перенасыщенной волновыми процессами сфере. Оно посланник живой грозы, перманентно будущей в мироздании — в одинаковой степени сродни и камню, и молнии! Растение в мире — это событие, происшествие, стрела, а не скучное бородатое развитие!»

из химии и физики, породили близорукую уверенность, что путем последовательного расчленения живых систем можно по очереди разрешить все проблемы и что обобщающие, «системные» теории, вроде теории поля, вовсе не нужны. Оказавшись в состоянии фактической научной изоляции, ученый тем не менее постоянно воспринимал все положительные завоевания биологии и неоднократно видоизменял в связи с ними свою теорию. Таким образом, экспериментальная биология и теория поля развивались параллельными, практически не пересекающимися путями.

В самые последние годы в биологии начали происходить знаменательные изменения. Несмотря на продолжающееся бурное развитие «расчленяющих» отраслей (в первую очередь молекулярной биологии) снова и на новом уровне возник интерес к проблемам системности, целостности, интеграции — ко всему тому, что составляет сущность биологической «организации». При этом развитие новых отраслей математики (кибернетики, теории автоматов, математической логики) впервые в истории науки позволяет совершенно по-новому подойти к решению названных вопросов. Общность и абстрактность подходов, столь присущие теории поля Гурвича, перестали теперь рассматриваться как недостатки. Эволюция теоретического мировоззрения биологов ясно видна, например, из недавнего доклада видного английского эмбриолога Уоддингтона: «В 30-е годы материалистически мыслящих эмбриологов более всего волновал следующий вопрос: если есть поля, то из чего они состоят? Мы были убеждены, что концепция поля может быть использована в науке лишь в том случае, если есть основания считать, что речь идет о распределении в пространстве одного или немногих в принципе определяемых химических веществ... Постепенно я пришел к убеждению, что эта трудность — понять, из чего состоит поле, — не имеет столь большого значения, как я раньше думал ... Слабость эмбриологической теории поля, как я сейчас полагаю, другого рода. Она связана с тем, что существует слишком много разных эмбриональных полей. Существует только одно гравитационное поле... Но поля для передней и задней конечностей одного и того же животного различны, а для передних конечностей других видов поле снова иное. Поэтому в биологии развития мы должны не только описать поле определенной конечности у определенного вида, но и постараться понять спо-

собы, какими это поле модифицируется у родственных видов»¹.

Читатель может убедиться, что здесь высказана точка зрения, которой Гурвич руководствовался лет за сорок до того, в 20-е годы. Прочитированный отрывок — один из примеров «подспудного», медленно просачивающегося влияния, которое оказывают идеи Гурвича. К сожалению, современные авторы далеко не всегда отдают себе отчет, откуда и какими путями пришли эти идеи. Особенно это относится к некоторым работам последних лет, где неожиданно находят использование старые концепции «телеологических полей», выдвинутые Гурвичем еще в 10-е годы и позже им оставленные. Мы имеем в виду, в частности, «принцип тестов» Боннера² («меристема ... сравнивает свои размеры с нужной окончательной величиной») и концепцию «креодов» Уоддингтона³. Последняя концепция, облеченная в математическую форму видным французским топологом Томом, может рассматриваться как распространение принципа ДПМ на n -мерное пространство.

Другой видный биолог современности, П. Вейс, — тоже развивает в последние годы взгляды, близкие теории клеточных полей Гурвича. Теория «молекулярной экологии» Вейса основывается на принципе ориентированности движений молекул в клетках и на признании «упорядочивающего принципа», связанного с клеткой как с целым⁴. Мы уже упоминали о том влиянии, которое оказали на Вейса работы Гурвича 20-х годов. В дальнейшем творческое общение обоих ученых прервалось, но тем интереснее, что Вейс независимо пришел к выводам, сходным с поздними представлениями Гурвича. Главное здесь — признание векторного начала, действующего на молекулу протоплазмы.

В появившейся недавно работе П. Г. Светлова⁵ проанализированы побуждения, как приближающие современную биологию к теории поля, так и отдаляющие от нее.

¹ C. H. W a d d i n g t o n. Fields and Gradients. In: Major Problems in Development Biology. 1966, p. 108.

² Дж. Б о н н е р. Молекулярная биология развития. «Мир», 1967.

³ К. У о д д и н г т о н. Морфогенез и генетика. «Мир», 1964.

⁴ P. W e i s s. From Cell to Molecule. From: «The Molecular control of cellular activity». McGraw Hill, 1962.

⁵ П. Г. С в е т л о в. О целостном и элементаристическом методах в эмбриологии. «Арх. анат., гистол. и эмбриол.», 1964, т. XLV, № 4.

Автор делает вывод, что какая-то теория поля биологии необходима, и с этим многие согласятся. Последний вопрос, который будет интересовать автора, заключается в следующем: насколько близка эта искомая теория поля к теории клеточных полей — последнему варианту, предложенному Гурвичем?

Однозначный ответ сейчас вряд ли возможен. Во всяком случае, надо разграничивать формально-математическую сторону теории и предположения о конкретных механизмах «генерации» поля и его действия на молекулы.

До сих пор разрабатывалась, и то недостаточно, только первая сторона. Здесь получены обнадеживающие результаты: изменения формы зачатков, приближенно рассчитанные с помощью теории клеточных полей, близки к реально наблюдаемым. Можно думать поэтому, что действительно существует фактор, формально описываемый данной теорией.

Вопрос о «природе» поля более темен. Представления Гурвича о характере его генерации, выдвинутые в 40-х годах, вряд ли могут быть сейчас полностью приняты. Например, тезис о возникновении поля при рекомбинации молекул ДНК и белка плохо согласуется с современными представлениями о стабильности связей между гистонами и нуклеиновыми кислотами. Скорее, в свете некоторых косвенных данных, можно было бы думать о связи "полевых", векторов с синтетически активным, дерепрессированным состоянием генома. Конечно, пока это всего лишь чистые предположения.

Совершенно не исследована и роль клеточных полей в явлениях внутренней дифференцировки отдельных клеток (цитодифференцировки). Почти все современные исследователи сходятся на том, что внутренняя дифференцировка клеток обусловлена межклеточными взаимодействиями, но обычно они рассматриваются как простой обмен веществами. Приложение сюда принципа векторных взаимодействий открывает новые возможности. Как показывают приближенные расчеты А. Г. Гурвича, в достаточно плотных клеточных скоплениях векторы могут круто изгибать достаточно длинные молекулы, т. е. изменять их конформацию (третичную структуру)¹. Между тем изме-

¹ А. Г. Гурвич. Принципы аналитической биологии и теории биологического поля (рукопись).

нения конформации макромолекул могут повлечь за собой перестройки всего метаболизма данной клетки. Например, изменения конформации цепей ДНК могут повлечь за собой более или менее стойкое заблокирование отдельных ее участков и повлиять тем самым на характер «считывания» кода. Тот факт, что деформация макромолекул фермента может изменять его активность, установлен экспериментально. Известно также влияние конформации рибосом на характер белкового синтеза. Выявлено, что феномен аллостерического торможения также вызывается конформационными перестройками молекул фермента. Тот факт, что изменение конформации макромолекул может служить мощным орудием в принципе обратимой (что особенно важно) регуляции биосинтезов, принят и современной молекулярной биологией. Таким образом, «точки приложения» полевых и иных общепризнанных факторов, по существу, совпадают. Но, конечно, сами факторы глубоко различны: в молекулярной биологии это прежде всего изменение химизма среды, введение репрессора и т. п., в теории поля — непосредственное действие деформирующего вектора.

Вмешательство фактора поля в процессы химической регуляции не ограничивается, однако, по мнению Гурвича, только деформацией макромолекул. Он не раз подчеркивал, что при достаточной дисперсности субстрата малые молекулы могут непосредственно продвигаться по направлению вектора поля и в клетке должна возникнуть определенная упорядоченность молекулярного движения. Такой фактор, по-видимому, совсем или почти совсем не принимается во внимание в существующих схемах регуляции метаболизма.

Как бы ни мыслилось воздействие поля на молекулярные процессы — вызывает ли оно деформацию макромолекул или направленное движение микромолекул, — состояние молекулярного субстрата в клетке должно характеризоваться (по Гурвичу и Бауэру) определенной статистически поддерживающейся неравновесностью. Если наличие обоих видов неравновесности — внутримолекулярной у макромолекул и межмолекулярной (вхождение в состав «неравновесной молекулярной констелляции») у микромолекул — может считаться необходимым следствием деятельности поля, то второй вид неравновесности (межмолекулярный) совместим только с этим фак-

тором и должен, таким образом, рассматриваться как достаточное условие наличия поля. Действительно, только внешний векторный фактор мог бы поддерживать агрегацию не связанных друг с другом молекул. Отсюда видно, как важно было бы для теории поля показать наличие и физиологическое значение именно межмолекулярной, констелляционной неравновесности.

К сожалению, проблема молекулярной неравновесности в живых системах сейчас почти не изучается. Все новейшие достижения молекулярной биологии представляют собой, по крайней мере, по замыслу их авторов, чисто «равновесные» схемы многоступенчатых регуляций биохимических процессов. Значит ли это, что представления Гурвича и Бауэра следует сегодня отвергнуть? Нам кажется, что нет. Не случайно интерес к проблеме молекулярной неравновесности начинает возрождаться и привлекать самых авторитетных исследователей (например, Сент-Дьердьи). В самых современных представлениях о способах регуляции метаболизма, преобразования энергии метаболизма в работу клетки, наконец, молекулярных процессах, сопровождающих клеточную дифференцировку, слишком много пробелов и неясностей. Все это позволяет думать, что теперешнее состояние молекулярной биологии нельзя считать «равновесным» и что в будущем мысли Гурвича о состоянии молекулярного субстрата живых систем найдут истинное понимание и правильное употребление.

Хотя теоретическая мысль А. Г. Гурвича, особенно в последние годы его жизни, далеко обогнала экспериментальные данные, и необходимы длительные исследования, чтобы подтвердить или опровергнуть конкретные построения, уже сегодня ясно, что самое важное в них сохранит свою ценность. Вопрос был поставлен Гурвичем настолько широко и исчерпывающе, что любая теория морфогенеза, которая может возникнуть впредь, будет, по существу, лишь еще одной разновидностью теории поля. Как исходное и основное утверждение теории поля — зависимость судьбы части зародыша от ее положения, так и настойчивая работа по совершенствованию этой теории, сочетающаяся гибкостью с незыблемостью основных принципов, останутся примером одного из высших усилий человеческого ума в стремлении понять принципы организации живых систем.

Глава четвертая

Развитие учения о митогенетическом излучении в работах А. Г. Гурвича

«Митогенез» — рабочий термин лаборатории, довольно скоро вошедший в общее употребление, равнозначен понятию «митогенетическое излучение». Митогенетическое излучение — очень слабое ультрафиолетовое излучение животных и растительных тканей, стимулирующее процесс клеточного деления — митоз.

Феномен излучения, открытый А. Г. Гурвичем в 1923 г. и поражающий сам по себе как принципиально новое жизненное явление, очень скоро повлек за собой углубленный анализ ряда биологических и некоторых физико-химических вопросов. В их трактовку были вовлечены представления о молекулярном субстрате живых систем. Другими словами, создавалась дисциплина, послужившая основой молекулярной биологии. Проблему митогенеза нужно рассматривать как своеобразный и важный аспект этого быстро развивающегося биологического направления.

«Основы и корни проблемы митогенеза были заложены в моем никогда не ослабевающем интересе к чудесному феномену кариокинеза», — писал А. Г. Гурвич в 1941 г.¹

Приведенное здесь высказывание А. Г. Гурвича вводит нас в ту последовательность построений, которая привела к открытию митогенетического излучения. Вспоминая эти слова позднее, Гурвич писал, что «длинная цепь теоретических соображений и умозаключений и основанные на них изыскания, приведшие в результате к обна-

¹ А. Г. Г у р в и ч. Автобиографические записи (1941 г.).

ружению митогенетического излучения, представляют собой своеобразное сочетание удачных и правильных мыслей и совершенно ошибочных, частью невозможных с точки зрения физики, предположений... Что познание идет часто через ошибки и заблуждения — слишком банальная истина»¹. Но эта строгая самокритичность только подчеркивает глубину анализа фактов, логическую связь, проходящую через все построения и силу научной интуиции.

Следует выделить отдельные звенья общего хода исследований проблемы митогенетического излучения. Исходные предпосылки были широки, взвешивались различные варианты явления и вырабатывалась общая точка зрения. Анализируя проблему клеточного деления, А. Г. Гурвич писал, что если есть возможность рассмотрения всех митозов с общей точки зрения, как митозов первых фаз дробления строго закономерных по времени и пространственной топографии, так и соматических митозов, характеризующихся кажущейся незакономерностью, то нет сомнения, что надо встать на этот путь².

Нужно подчеркнуть очень важную сторону этой формулировки, в которой ясно выражен подход Гурвича как эмбриолога к цитологической проблеме — клеточному делению. Механизм деления, т. е. совокупность процессов молекулярного и клеточного уровней, неотделим от топографических закономерностей в распределении митозов, разрешим только при использовании понятия целого. Эта общая постановка вопроса отражает разработанные раньше общебиологические концепции А. Г. Гурвича о «нормировке» и «детерминации» как формах взаимоотношения целого и элементов и о понятии случайности в применении к анализу биологических явлений. Они подробно изложены в предыдущей главе, посвященной теории биологического поля, тесно связанной, как это будет видно дальше, с проблемой митогенеза.

Представления, относящиеся непосредственно к анализу клеточного деления, привели к решающим экспериментам по обнаружению митогенетического излучения. Гурвич при сравнении различных стадий дробления яиц

¹ А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич. Двадцать лет митогенетического излучения. «Усп. совр. биол.», 1943, т. 16, вып. 3.

² A. G. Gurwitsch. Die histologischen Grundlagen der Biologie. Jena, 1930, S. 5.

ставит вопрос о роли клеточной поверхности. Обязательность первых фаз дробления яиц морских ежей и их поразительная по точности синхронизация осуществляется пока бластомеры объединены общей поверхностью яйца. Нарушение синхронности наблюдается во время последующих делений, при формировании новых участков поверхности. Сопоставление этих фактов поднимало вопрос о том, не является ли архитектоника поверхности яйца особо благоприятной для процесса деления. Если это так, то необходим дальнейший вывод. А. Г. Гурвич придал ему принципиальный и общий характер: не только поверхность яйца, но и поверхность любой клетки следует рассматривать как специфический аппарат восприятия адекватных для митоза импульсов. В таком случае митозы нужно представлять себе как процессы реактивного характера и именно в этом направлении искать дальнейшие пути анализа процесса деления ¹.

Биологический смысл введенных представлений Гурвич разъяснял следующим образом. Можно предположить, что в клетках, даже в условиях постоянной внешней среды, идут процессы, независимые или почти независимые друг от друга. При известных обстоятельствах, например при внешнем относительно клетки воздействии, между такими процессами может установиться контакт, который приведет к изменению состояния клетки. Контакт можно рассматривать тогда как раздражение, а изменившееся состояние — как реакцию на него.

Принципу раздражения, или «индукции на самого себя» Гурвич придавал очень большое значение в анализе биологических явлений ². Временный контакт, возникающий между независимыми до этого процессами, нужно рассматривать как случайное событие, например как встречу двух лиц, не сговорившихся заранее. Но это не значит, что в таком случае утрачиваются закономерности возникновения и распределения событий. Они обнаруживаются при статистической обработке достаточно большого количества наблюдений и приводят к вполне определенным выводам. Именно о статистическом изучении распределе-

¹ A. G. G u r w i t s c h. Über Ursachen der Zellteilung. «Arch. Entwicklungsmech.», 1922, Bd. 52, H. 1/2.

² A. G. G u r w i t s c h. Die histologischen Grundlagen der Biologie. Jena, 1930.

ния митозов целого ряда объектов мы говорили выше. Эти факты, неотделимые от анализа процесса формообразования, подробно изложены в главе о поле.

Таким образом, А. Г. Гурвичу становилось все более ясным, что теория возникновения митоза должна строиться на дуалистическом представлении — необходимости сочетания независимых друг от друга факторов. Из этого с большой степенью вероятности вытекал и дальнейший вывод: один из факторов (или группа факторов) связан с совокупностью процессов подготовки клетки к делению, т. е. он эндогенен (фактор возможности). Другой фактор по отношению к данной клетке экзогенен (фактор осуществления), хотя может возникать в той же системе, к которой относится делящаяся клетка.

Изучению фактора осуществления были посвящены дальнейшие исследования¹. Их основу составляли факты, полученные при детальном изучении роста клеток на растительных меристемах (корешках лука) и зависимости митозов от величины клеток. Было установлено, что на всем протяжении меристемы корешка рост клеток идет по экспоненциальному закону. Из этого следовал вывод, что рост клеточной поверхности чисто ассимиляционного характера.

Развивая представления, вытекающие из вывода А. Г. Гурвич писал, что вероятнее всего предположить, что в состав поверхности клетки с самого начала ее образования входит постоянная слагаемая K , не нарастающая по мере увеличения клетки. Рост клетки сопровождается увеличением другой поверхностной слагаемой A . Увеличение A идет по типу построения вещества, подобного самому себе, что означает ассимиляцию в строгом смысле слова. Таким образом, по мере роста клеточной поверхности, непрерывно увеличивается площадь, занимаемая слагаемой A , и сохраняется постоянной площадь, занимаемая K . Дальнейшие промеры клеток и подсчеты митозов показали, что между величиной клеточной поверхности и частотой деления клеток существует обратная линейная зависимость: чем больше клеточная поверхность, тем реже клетка делится, т. е. вероятность деления уменьшается с увеличением поверхности.

¹ A. G. G u r w i t s c h. Über Ursachen der Zellteilung. «Arch. Entwicklungsmech.», 1922, Bd. 52, H. 1/2.

А. Г. Гурвич пробовал рассмотреть все полученные им факты с точки зрения, развиваемой в то время ботаником Габерландтом¹. На основании ряда данных Габерландт предположил, что стимулы к клеточному делению имеют гормональную природу. При наложении кашицы из растертых клеток на способную к делениям растительную ткань действуют «раневые» гормоны. В естественных условиях гормоны выделяются отмирающими клетками, которые часто окружают делящиеся клетки. Это так называемые некрогормоны. Предполагаемую связь подобных вместе химических представлений с наблюдаемыми данными можно было, с точки зрения А. Г. Гурвича, видеть в следующем. По мере роста клетки все большие участки поверхности занимает слагаемая A , т. е. постепенно изменяется соотношение A и K в пользу A . Если допустить, что K проницаемо для гормона, а A не проницаемо, то в результате может возникнуть состояние, когда вероятность вхождения гормона внутрь клетки станет минимальной. Но в таком случае зависимость между A и вероятностью деления клетки выражается дробью с переменной величиной A в знаменателе, т. е. зависимость должна иметь гиперболический характер. Это не удовлетворяло, однако, ясно выраженной линейной зависимости между величиной поверхности меристемных клеток и частотой их делений, наиболее простое выражение которой следующее: $P = aK - A$, где P — вероятность делений, выражаемая процентным отношением делящихся клеток к неделяющимся, a — коэффициент.

Требовался принципиально иной подход. А. Г. Гурвич выдвинул следующую более общую схему: K вследствие своих специфических свойств благоприятно для восприятия внешнего воздействия на клетку, A — неблагоприятно. В поверхности молодой клетки, только что возникшей после деления материнской, K распределено в виде закономерной мозаики, но нарастание A вызывает ее постепенное нарушение, и хаотически расположенные отдельные участки K уже непригодны для восприятия воздействия. В этом допущении центр тяжести переносится на структурный момент, или, вернее, на «архитектуру» всей клеточной поверхности, и вместе с тем оно удовлетворяет

¹ G. H a b e r l a n d t. Wundhormone — der Erreger von Zellteilung. «Beitr. allgem. Biol.», 1921, Bd. 2.

фактам, так как нарушение архитектуры находится в линейной зависимости от нарастания A .

За этими соображениями, как писал впоследствии Гурвич, «следовал очень рискованный скачок мысли»¹. Если пространственное распределение, т. е. архитектурные параметры поверхности клетки, имеют решающее значение для ее деления, то акт восприятия воздействия можно охарактеризовать как «резонанс» поверхности на пришедший импульс. Но в таком случае импульс нужно рассматривать не как химический, а как физический фактор осцилляторного характера, т. е. как вид излучения.

Таков был путь умозаключений, приведший А. Г. Гурвича к решающим экспериментам и открытию митогенетического излучения. Насколько они опередили свое время становится ясным сейчас, когда возможна конкретизация понятия мозаики клеточной поверхности. Это следует и из высказывания самого Гурвича, писавшего, что если поглощение клеткой нескольких фотонов дает старт цепным процессам, захватывающим всю клетку, то их распространение становится понятным только при допущении определенного пространственного распределения молекул, т. е. конфигураций молекулярного порядка².

Решающие опыты, подтвердившие правильность вывода, были сделаны не сразу. В течение нескольких месяцев экспериментирование, шло другими, менее однозначными, путями. Данные, показавшие, что возникновение митозов в корешке лука возможно только при соединении корешка хотя бы с частью луковицы, заставляли связывать предполагаемый источник излучения с донцем луковицы³. Допускалось, что возникшее в корешке излучение распространяется по всей длине до его меристемы. Первая серия опытов была основана поэтому на представлении о том, что небольшие изгибы корешка могут привести вследствие прямолинейного распространения пучка лучей и их отражения от изогнутых поверхностей к возникновению «освещенных» и «затемненных» участков. Критерием верности предположения служило соответствующее распре-

¹ А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич. Двадцать лет митогенетического излучения. «Усп. совр. биол.», 1943, т. 16, вып. 3.

² Там же.

³ A. G. G u r w i t s c h. Über Ursachen der Zellteilung. «Arch. Entwicklungsmech.», 1922, Bd. 52, H. 1/2.

деление митозов¹. Получение результатов, близких к ожидаемым, не дало, однако, А. Г. Гурвичу чувства удовлетворения, которое возникло, когда было дано убедительное экспериментальное подтверждение принципиально важному выводу. Согласно выводу, по крайней мере, часть распространяющегося по корешку излучения должна выходить из геометрически правильной конусовидной меристемы кончика в пространство в виде более или менее параллельного пучка лучей.

Вспоминая через много лет этот период интенсивного обдумывания и экспериментирования, Гурвич писал: «Если бы не чудесная спокойная крымская природа и полная научная изоляция, приведшая к максимальной концентрации внимания, эта мысль могла бы ускользнуть, так как вывод, что корешки излучают в пространство казался, конечно, чересчур смелым»².

Основные опыты были сделаны в 1923 г., и их успех в значительной степени зависел от удачного выбора индикатора излучения (детектора). Совершенно естественной была мысль о том, что критерием наличия излучения должно быть увеличение числа клеточных делений в каком-то биологическом объекте. Другими словами детектором может быть лишь такой комплекс способных к делениям и частью делящихся клеток, в котором воздействие внешнего фактора (фактора осуществления) повысит вероятность делений. Было очевидно также, что результаты воздействия, если исходить из гипотезы излучения, могут выявиться только при сравнении опытного клеточного комплекса с идентичным, но не подвергшимся облучению (контрольным). Наиболее подходящим и хорошо изученным объектом являлись корешки лука. Безукоризненно прямые внешне корешки идеально симметричны, т. е. делятся на две равные половины проходящей через ось корешка плоскостью. Количество митозов в меристемных областях этих половин всегда совпадает, т. е. при их общем числе в 1000—2000 расхождение между половинами не превышает 3—5%. Представлялось поэтому очень вероятным, что при локализованном воздействии (облучении)

¹ Совпадение числа митозов в равных половинах прямых корешков лука выражено очень точно (см. ниже описание основного опыта).

² А. Г. Гурвич. Автобиографические записи (1941 г.).

на одну сторону может получиться заметная разница между «облученной» и «теневой» половинами. На основании подобных соображений были поставлены первые опыты: излучающий корешок (индуктор), соединенный с луповицей, укрепляли горизонтально, и его кончик направляли на меристемную зону второго аналогичного корешка (детектора), закрепленного вертикально. Расстояние между корешками равнялось 2—3 мм¹ (рис. 13). После окончания экспозиции медиальную плоскость воспринимавшего корешка точно маркировали, меристему фиксировали и нарезали на серию продольных срезов, идущих параллельно медиальной плоскости. После обычной гистологической обработки и окраски подсчитывалось количество митозов на облученных и контрольных сторонах всех срезов. Полученные результаты были очень четкими, их лучше всего характеризовал сам А. Г. Гурвич. «В центральной зоне воспринимающего корешка констатировался значительный, систематический, резко ограниченный перевес в числе митозов»². Графическое изображение эффектов в четырех опытах представлено на рис. 14.

Дальнейшие опыты показали с большой степенью вероятности, что речь идет именно о лучистом воздействии, а не о выделении корешком летучих веществ, способных стимулировать митозы. Было установлено, что индуцирующее воздействие распространяется в пространстве в виде узкого параллельного пучка. (Если корешок-детектор располагался в непосредственной близости к индуктору, но несколько сбоку от центральной оси, то увеличение митозов на нем не наблюдалось.) Разделение корешков стеклянными пленками (в несколько десятков микрон толщиной) не устраняло воздействия, стимулирующего митозы. Однако включение более толстых стеклянных фильтров приводило к исчезновению эффекта. Последний факт говорил о том, что излучение не относится к видимой части спектра. Спектральная область излучения была окончательно установлена в опытах с использованием кварцевых фильтров. Стимуляция митозов на корешке детектора сохранялась при их включении, что указывало

¹ A. G. G u r w i t s c h. Die Natur des spezifischen Erregers der Zellteilung. «Arch. Entwicklunsmech.», 1923, Bd. 100, H. 1/2.

² A. G. G u r w i t s c h. Das Problem der Zellteilung physiologisch betrachtet. Berlin, 1926.

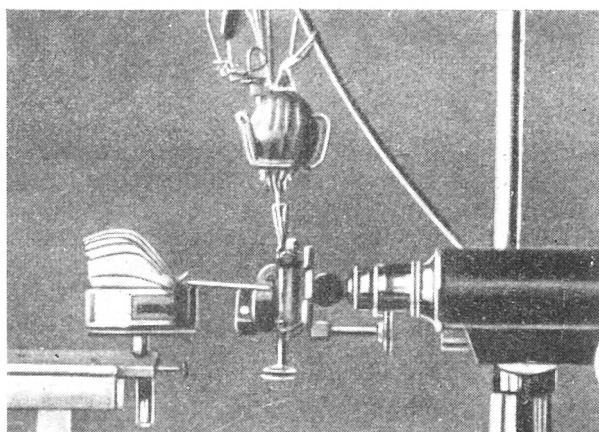


Рис. 13. Индукция лукового корешка (по Gurwitsch, 1926)

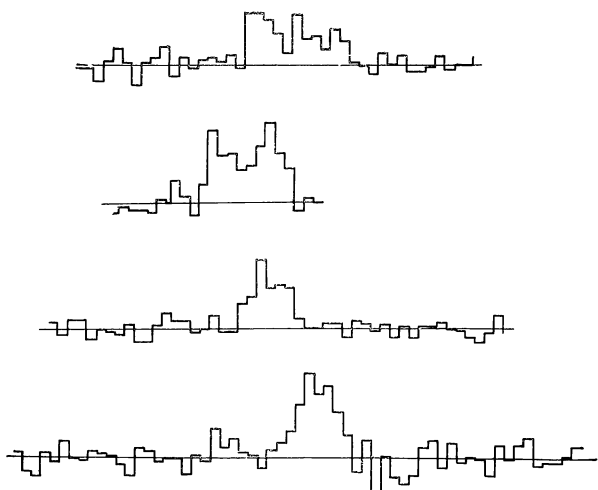


Рис. 14. Графическое изображение эффектов четырех опытов. Положительное направление (над осью абсцисс) означает перевес митозов на облученной стороне (по Gurwitsch, 1926)

на ультрафиолетовую природу митогенетического излучения.

Положительные результаты первых серий опытов стимулировали дальнейшую работу, которая, несмотря на скромные лабораторные условия Симферопольского университета, велась очень интенсивно. Кроме А. Г. Гурвича и Л. Д. Гурвич в ней принимали активное участие ассистенты кафедры и студенты. В. А. Раввин, Р. С. Раввин и С. Я. Залкинд с полным правом могут считаться соавторами первых работ А. Г. Гурвича.

Вскоре было показано, что излучающей способностью обладают и корешки бобовых растений, края их семядолей и первых молодых листков. Принципиальную важность представляли результаты, показавшие излучение животных тканей: увеличение числа митозов в корешке лука констатировалось и при воздействии на него тканей головастиков лягушки. Таким образом, митогенетическое излучение уже с большой степенью вероятности можно было рассматривать как общебиологический феномен. Эти и другие данные вошли в ряд работ, опубликованных в основном в журнале, который издавал Вильгельм Ру¹.

В 1925 г., после перехода А. Г. Гурвича в Московский университет, интенсивные исследования митогенетического излучения продолжались. Полученные данные значительно расширили представление об излучающих делящихся системах и, кроме того, показали, что способность к излучению присуща не только делящимся тканям. Другими словами, становилось все более вероятным, что энергетика излучения непосредственно связана с различными процессами метаболизма. Было обнаружено излучение простейших: дрожжевых и бактериальных клеток²; дро-

¹ W. A. R a w i n. Weitere Beiträge zur Kenntniss der mitotischen Ausstrahlung und Induktion. «Arch. Entwicklungsmech.», 1924, Bd. 101, H. 1/3; L. D. G u r w i t s c h. Untersuchungen über mitogenetische Strahlung. «Arch. Entwicklungsmech.», 1924, Bd. 103, H. 3/4; D. E. S c h u k o w s k y. Die Beschaffenheit der Zelloberfläche als bestimmender Faktor des Zustandekommens der Zellteilung. «Arch. Entwicklungsmech.», 1924, Bd. 103, H. 1/2; S. J. S a l k i n d. Weitere Untersuchungen über mitogenetische Strahlung und Induktion. «Arch. Entwicklungsmech.», 1925, Bd. 104, H. 1/2.

² M. A. B a r o n. Bakterien als Quellen mitogenetischer Strahlung. «Zbl. Bakteriol.», 1928, Bd. 73.

блющихся яиц морских ежей и амфибий¹; культур тканей²; клеток злокачественных опухолей³; нервной и мышечной систем⁴; крови здоровых организмов. Детектором в первое время служили корешки лука, но сравнительно скоро начала разрабатываться новая модификация биологической методики, основанная на стимуляции почкования дрожжевых клеток излучением⁵. Этот метод был использован в многочисленных опытах в различных лабораториях. Так как он один из основных методов и в настоящее время, его краткое описание представляет интерес.

Дрожжевой детектор на твердой питательной среде (приблизительно 12-часового возраста) содержит 35—40 клеточных слоев. Слои, наиболее близкие к поверхности, состоят из молодых интенсивно делящихся и излучающих клеток. Средние слои делятся, но ритм их делений и интенсивность излучения ниже, чем в более молодых слоях. Поверхностные слои состоят из старых, неспособных к делению, клеток. Однако, поглощая пришедшие извне фотоны, они вторично излучают. Прирост почкований при облучении культуры, т. е. митогенетический эффект, наблюдается именно в средних слоях, клетки которых способны при адекватном воздействии ускорить ритм почкований.

Большое достоинство дрожжевой культуры — высокая чувствительность, вполне сравнимая и, может быть, даже превосходящая чувствительность предварительно адаптированной сетчатки глаза к видимому свету. И в том и в другом случае речь идет о реакции одного элемента на поглощение одного-двух фотонов. При соблюдении необходимых условий опыта результаты хорошо воспроизводимы, что в значительной степени обусловлено закономер-

¹ W. A. Dorfman, u. J. Schmerling. Rythm of mitogenetic radiation in the developping sea-urchin eggs. «Protoplasma», 1933, v. 19, H. 2.

² Г. К. Хрущов. О митогенетическом излучении в культурах. «Эксперим. биол. и мед.», 1929, № 41.

³ A. G. Gurwitsch u. L. D. Gurwitsch. Die mitogenetische Strahlung des Karzinoms. «Z. Krebsforsch.», 1927, Bd. 29.

⁴ G. M. Frank. Die mitogenetische Strahlung des Muskels und ihre Verwertung zum Analyse der Muskelkontraktion. «Pflugers Arch. ges. Physiol.», 1929, Bd. 223, H. 3.

⁵ M. A. Baron. Analyse der mitogenetischen Induktion und deren Bedeutung in der Biologie der Hefe. «Planta», 1930, Bd. 10, H. 1.

ным градиентом физиологических свойств клеток в различных слоях культуры при ее росте на твердой питательной среде.

1. Цепные процессы как основа митогенетических эффектов

Роль поверхностных клеток дрожжевой культуры как «системы реле», сигнализирующей клеткам средних слоев о поглощении ею добавочных фотонов извне, позволила поставить дальнейший вопрос: нельзя ли путем целесообразного подбора облучаемых объектов добиться значительного усиления митогенетических эффектов?

Сотрудники А. Г. Гурвича действительно получили целый ряд так называемых макроэффектов — ясно выраженных реакций клеточных популяций на облучение митогенетическими источниками, для обнаружения которых не требовалось статистических подсчетов. Один из таких резких макроэффектов наблюдался при облучении дрожжевой культуры в жидкой питательной среде. Стимуляция клеточных делений при соответствующем подборе условий была настолько велика, что увеличение числа клеток оценивалось визуально¹ (рис. 15).

Аналогичные по характеру и интенсивности реакции наблюдались на двух других объектах: на прорастающих спорах и первых стадиях развития мицелия плесени.

Облучение спор митогенетическими источниками приводило к ускорению возникновения проростка и более скорому росту гиф в облученной порции по сравнению с контрольной². Это же наблюдалось и на развивающихся личинках морских ежей³. Французские ученые, наблюдавшие эффект стимуляции, поддерживали с А. Г. Гурвичем многолетний научный контакт. Дробящиеся яйца морских ежей, находившиеся в герметических кварцевых сосудах, длительно облучали бактериальными культурами. В опыт-

¹ M. A. Baron. Analyse der mitogenetischen Induktion und deren Bedeutung in der Biologie der Hefe. «Planta», 1930, Bd. 10, N. 1.

² А. П. Потockая. К вопросу о влиянии митогенетических лучей на законы роста и формообразования. «Арх. биол. наук», 1934, т. 35, вып. 1.

³ J. et M. Magrou u V. Shoucrou. Nouvelles recherches sur l'action à distance du Bact. tumef. sur le développement de L'oeuf d'oursin. C. r. Acad. sci., 1929, t. 188, p. 703.

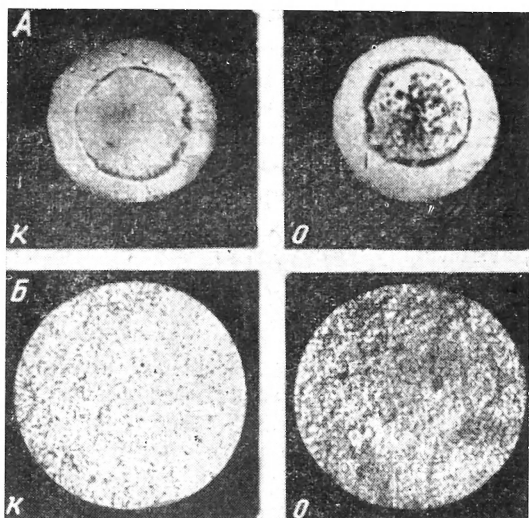


Рис. 15. Дрожжевые культуры в питательной среде

А — дрожжевая культура при малом увеличении; Б — при большом увеличении (к — контроль, о — облученные культуры) (по Барон, 1930)

ных порциях значительное количество личинок, развившихся из яиц, деформировалось. Гистологическое исследование показало, что в этих случаях происходило усиленное размножение мезенхимных клеток.

При дальнейшем экспериментировании выяснилось, что у некоторых объектов при увеличении длительности облучения возникают нарушения клеточной поверхности и самого клеточного тела. Так, например, облучение только что извлеченной печени мыши приводило к выходу в физиологический раствор небольших количеств глюкозы, фосфора, каталазы¹. Длительное облучение дрожжевых клеток вызывало в них возникновение больших вакуолей².

¹ J. R. В а с х р о м е е в. Accroissement de la perméabilité cellulaire sous l'influence de l'irradiation mitogénétique. «Compt. rend. Soc. Biol.», 1935, t. 118, p. 781.

² А. А. Б у к а т и н а. Обратимость морфологического изменения дрожжевой клетки вызванного воздействием митогенетических лучей. «Бюлл. эксперим. биол. и мед.», 1938, т. 5, № 1.

Все эти факты приводили к следующему важному теоретическому представлению, которое позже было обосновано экспериментально. Поглощение клеточными субстратами митогенетического, т. е. очень слабого ультрафиолетового излучения, вызывает в них распространение «цепных» процессов. (Они охватывают величины огромного порядка по сравнению с первично возбужденными молекулами.) Некоторые из этих процессов в свою очередь сопровождаются излучением, т. е. в клетках под воздействием облучения возникают и распространяются сопряженные химические и лучистые реакции.

Необходимость экспериментального изучения этого явления была очевидна. Поэтому Гурвич уделил специальное внимание его изучению на растворах. Было показано, что при локальном облучении растворов глюкозы, пептона, нуклеиновых кислот, заполнявших длинные трубки, в них возникали процессы, излучающие на всем протяжении объема¹. Речь могла идти только о сопряженном лучисто-химическом механизме явления, распространяющемся по типу разветвленных цепных процессов. В противном случае затухание процесса по длине трубки было бы неизбежным.

Обнаруженное явление было охарактеризовано как вторичное излучение. Мы упоминали уже о нем в связи с дрожжевыми культурами. Специальные эксперименты по измерению скорости распространения процесса дали величину порядка 30 м в секунду; это тоже говорило в пользу представления о сопряженности химического и физического звеньев. Длительное облучение растворов приводило к постепенной потере способности к вторичному излучению. Очень важно, что аналогичные данные удалось получить и на биологических системах: локальное облучение длинных корешков лука² и седалищного нерва лягушек³ приводило к распространению вторичного

¹ А. Г. Гурвич. Основные законы митогенетического возбуждения. «Арх. биол. наук», 1931, т. 31, вып. 1; A. G. Gurwitsch. u. L. D. Gurwitsch. Die mitogenetische Sekundärstrahlung. «Protoplasma», 1936, Bd. 25, H. 1.

² A. A. Gurwitsch. Die Fortpflanzung des mitogenetischen Erregungszustandes in den Zwiebelwurzeln. Arch. Entwicklungsmech., 1931. Bd. 124, H. 2.

³ И. В. Цоглин. Митогенетическое излучение мышцы при облучении приводящего нерва. «Бюлл. эксперим. биол. и мед.», 1939, т. 7, вып. 2—3.

излучения (т. е. цепных процессов) по всей длине объекта. Полученные результаты показывали, таким образом, универсальность явления вторичного излучения. Оно объясняло кажущуюся «прозрачность» тканей организма для ультрафиолетового излучения, т. е. распространение митогенетических эффектов на большие протяжения. Очень существенно, что феномен вторичного излучения дает прямое указание на значение фотонов излучения как энергетических стартов в развитии внутриклеточных процессов.

2. Возможность спектрального анализа митогенетического излучения.

Выяснение механизма излучения.

Физическая регистрация митогенетического излучения

В лаборатории А. Г. Гурвича наряду с описанными выше исследованиями проводилась интенсивная работа и в нескольких других направлениях, объединяемых общим физико-химическим характером. Экспериментально проверялось очень вероятное предположение относительно возможности стимуляции клеточных делений при облучении меристем ультрафиолетовым излучением значительно ослабленного физического источника. В качестве детектора в этих опытах применялись корешки лука. Ясное, воспроизводимое увеличение числа митозов на освещенной стороне дало, таким образом, еще одно доказательство ультрафиолетовой природы излучения, продуцируемого биологическими системами и стимулирующего митозы¹.

Следующий очень важный шаг работы заключался в попытке спектрального разложения митогенетического излучения биологических объектов. В качестве источника излучения в первых спектральных опытах была взята мышца в состоянии тетануса, к тому времени уже хорошо изученная в этом отношении. Положительные эффекты, полученные на дрожжевом детекторе, в области 2000—2400 Å

¹ A. G. G u r w i t s c h et G. M. F r a n k. Sur les rayons mitogénétique et leur identité avec les rayons ultraviolets. Compt. rend. Acad. Sci., 1927, t. 184, p. 903.

показали принципиальную возможность применения спектрального анализа¹.

Необходимо сразу же подчеркнуть, что область митогенетического излучения оказалась значительно шире, чем предполагалось вначале. Она лежит в границах 1900—3250 Å. Таким образом, открылось новое широкое направление исследований, полностью оправдавшее себя в течение последующих лет. О некоторых из многочисленных спектральных исследованиях А. Г. Гурвича будет сказано дальше.

В 1930 г., когда А. Г. Гурвич и его сотрудники начали работать в Ленинградском институте экспериментальной медицины, митогенетические исследования значительно расширились. Были продолжены работы, проводившиеся в Московском университете. Но вместе с тем именно в течение ленинградского периода были заложены глубокие основы проблемы митогенеза.

Вернемся к работам физико-химического характера. Выше уже говорилось о том, что митогенетическое излучение таких биологических объектов, как кровь, ясно показывало, что энергетическими источниками, необходимыми для высвечивания фотонов, должны быть ферментативные процессы. Можно было думать о связи излучения с реакциями расщепления, например расщепления глюкозы, пептидов, мочевины. Экспериментальная проверка этого предположения заключалась в изучении процессов «ин витро» при присоединении к ферменту соответствующего ему субстрата. Было установлено, что исследованные таким образом химические системы действительно излучают. Спектры их излучения оказались различными и специфичными для каждой из реакций².

В этот период были изучены также спектры некоторых неорганических окислительно-восстановительных систем³. Эти сравнительно простые физико-химические факты явились решающим толчком для изучения механизма возник-

¹ G. M. Frank. Das mitogenetische Reizminimum und -maximum und die Wellenlänge mitogenetischer Strahlung. «Biol. Zbl.», 1929, Bd. 49, N. 3.

² А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич. Митогенетическое излучение. М., Медгиз, 1945.

³ А. Е. Браунштейн и А. П. Потоцкая. О специфичности спектров митогенетического излучения при окислительно-восстановительных реакциях. «Арх. биол. наук», 1934, т. 35, вып. 1.

новения излучения. Дело в том, что ферментативные процессы, как правило, очень мало энергетичны. Вместе с тем возникающее при этих процессах излучение, хотя и очень мало по общей интенсивности, является ультрафиолетовой эмиссией, каждый фотон которой несет большую энергию. В зависимости от длин волн (от 1900 до 3200 Å) фотоны характеризуются энергиями в 150—80 ккал/моль. Это противоречивое, казалось бы, положение вещей было объяснено на основании представления высказанного фотохимиком Франкенбургером¹. Он предположил, что за возникновение фотонов ответственны высокоэнергетичные акты, очень редко совершающиеся при ферментативных реакциях. Они не отражаются на общем энергетическом балансе реакций. Такими актами являются рекомбинации свободных радикалов или атомов, возникающих в очень небольшом количестве при ферментативных расщеплениях. Энергия, освобождающаяся при рекомбинациях, поглощается молекулами субстрата и высвечивается специфическим для данного соединения спектром. Эти представления нашли в лаборатории А. Г. Гурвича полное экспериментальное подтверждение: в спектрах ферментативных реакций были обнаружены полосы, характерные для свободно-радикального состояния гидроксильной группы, карбонильной группы и аминогруппы². В ряде случаев спектры реакций содержат наряду с полосами, типичными для свободных радикалов, и более интенсивные полосы, характеризующие субстрат. Например, спектр излучения, возникающий при гликолизе, характерен для молекул глюкозы. Таким образом, спектральный анализ митогенетического излучения целиком подходит под общий физический критерий — спектры дают характеристику вещества, участвующего в процессе³ (рис. 16).

Нужно специально подчеркнуть следующую важную сторону вопроса. Углубление в физико-химическую область митогенеза привело к выводам, общепринятым

¹ W. Frank en b u r g e r. Neuere Ansichten über das Wesen photochemischer Prozesse und ihre Bedeutung zu biologischen Vorgängen. «Strahlentherapie», 1933, Bd. 47, H. 2.

² A. G. Gur w i t s c h a. L. D. Gur w i t s c h. Ultraviolet Chemoluminescence. «Nature», 1939, v. 143, № 3633.

³ A. G. Gur w i t s c h u. L. D. Gur w i t s c h. Deutung der mitogenetischen Strahlung als «sensibilisierte Fluoreszenz». «Acta physico-chimica URSS», 1939, v. 10, N 5.

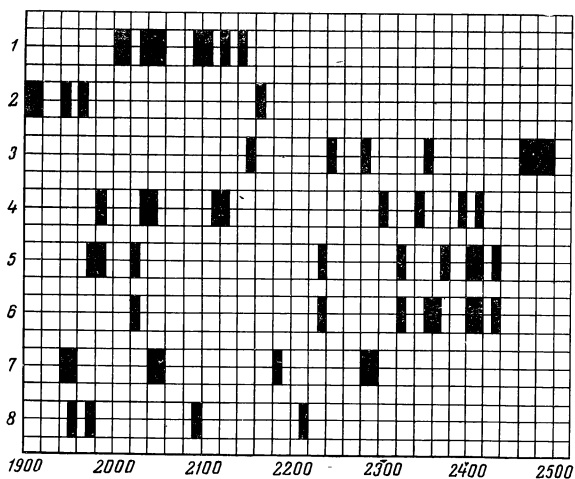


Рис. 16. Спектры митогенетического излучения, возникшего при ферментативных реакциях

1 — расщепление креатинфосфата (флуоресцент не выяснен); 2 — расщепление глюкозы (флуоресцирует глюкоза); 3 — расщепление ДНК (флуоресцирует группа PO_4); 4 — расщепление пептидов (флуоресцирует пептидная связь); 5 — расщепление мальтозы (флуоресцирует мальтоза); 6 — расщепление сахарозы (флуоресцирует сахароза); 7 — расщепление мочевины (флуоресцируют радикалы); 8 — расщепление липидов (флуоресцентны не ясны) (по А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич, 1945)

сейчас, но совершенно новым в середине 30-х годов. Митогенетическое излучение рассматривалось А. Г. Гурвичем уже тогда как хемилюминесценция живых систем, воспроизводимая также и при ферментативных процессах, протекающих «ин витро». Некоторые свободные радикалы были обнаружены в митогенетических данных впервые¹. Важно сказать и о том, что широко изучаемая за последние годы хемилюминесценция живых систем и химических реакций в видимой области подтверждает правильность митогенетических данных и плодотворность сделанных выводов. Различие спектральных областей не только не

¹ А. Г. G u r w i t s c h u. Л. Д. G u r w i t s c h. Mitogenetische Emissionsspektren von Radikalen. «Acta physico-chimica URSS», 1940, v. 13, N 5.

создает принципиальной разницы, но, напротив, заставляет думать о широкой распространенности, может быть даже универсальности, хемилюминесцентных явлений.

Начиная с 1930 г. в лаборатории А. Г. Гурвича началась и другая очень важная работа физического характера: изучение возможности применения счетчиков фотонов для регистрации митогенетического излучения. Эти исследования продолжили начатые уже раньше у нас и в других странах аналогичные работы. В ряде случаев были получены достоверные положительные результаты. Достаточно назвать имена крупных специалистов по измерениям слабых световых потоков Б. Раевского, Р. Одюбера. Немецкие ученые В. Зиберт и В. Зефферт провели систематическое изучение митогенетического излучения крови на счетчиках фотонов. Параллельно, однако, публиковались работы, авторы которых не получали положительных результатов и на основании этого отрицали существование феномена митогенетического излучения. Это — А. Голлендер и В. Клаус, Л. Крейхен и И. Бетеман.

Таково было положение вопроса, когда в лаборатории А. Г. Гурвича началась систематическая работа со счетчиками фотонов. Она проводилась в течение двух лет немецким физиком Бартом, учеником известного физика Герлаха, имевшим уже собственный опыт в измерениях митогенетического излучения. Он получил ряд достоверных положительных результатов от биологических и химических источников излучения¹. Большой интерес представляли данные, показавшие возможность регистрации вторичного излучения раствора глюкозы — явления, имеющего, как уже говорилось, большое биологическое значение. Не менее важной была проведенная Бартом специальная методическая работа. Чувствительность каждого счетчика тщательно калибровалась и таким образом удалось показать, что счетчики фотонов могут быть пригодны для регистрации митогенетического излучения только начиная с определенного порога чувствительности. Именно недостатком чувствительности могли быть объяснены отрицательные результаты упомянутых выше авторов. Они не проводили в своих работах предварительную калибровку счетчиков.

¹ Н. B a r t h. Physikalische Versuche zum Problem der mitogenetische Strahlung. «Biochem. Z.», 1936, Bd. 285, S. 311.

К концу 30-х годов возможность измерения излучения при помощи счетчиков фотонов была, таким образом, установлена. Но вопрос о систематической регистрации митогенетического излучения физическими приемниками света оставался в те годы еще открытым¹.

3. Митогенетическое излучение раковой ткани. Дальнейший анализ связи излучения с клеточным делением

Дальнейший анализ связи излучения и деления повлек за собой изучение митогенетического режима раковой ткани. В связи с этим А. Г. Гурвич писал, что «решающее значение для клеточного деления митогенетического излучения привлекло, естественно, уже давно наше внимание к проблеме рака, которой была посвящена значительная часть работы лаборатории на протяжении ряда лет»². Раковая ткань один из сильных источников митогенетического излучения. Оно обусловлено, по-видимому, интенсивной эпителиальной ферментативной деятельностью и наличием в раковой клетке излучающего эндогенного бластомогенного вещества. Этот коротко сформулированный вывод обосновывался разнообразными данными. Было показано, что раковая опухоль чрезвычайно тонко реагирует излучением на присутствие в омывающей жидкости питательных веществ. Декапитация мыши немедленно тормозит спонтанное излучение опухоли. Однако поливка опухоли физиологическим раствором, содержащим небольшие концентрации глюкозы, белков или нуклеиновых кислот немедленно приводит к возобновлению излучения.

Наиболее естественное объяснение этих данных состояло в том, что питательные вещества, приходя в быстрое и непосредственное соприкосновение с ферментами, расщепляются, и при этом возникает излучение. Другими словами, часть ферментов раковой клетки расположена непосредственно на ее поверхности. Сделанный вывод был подтвержден другими данными, показавшими возмож-

¹ В настоящее время его положительное решение становится все более вероятным благодаря возможности применения чувствительных фотоэлектронных умножителей.

² А. Г. Гурвич. Автобиографические записи (1948—1952 гг.).

ность легкого отмыва ферментов при погружении тщательно вылущенной опухоли (без повреждений) в физиологический раствор. Нужно сразу же отметить важный факт — ферменты опухоли заряжены отрицательно. Совокупность данных привела А. Г. Гурвича к следующему выводу: для поверхности раковой клетки специфична разнообразная и интенсивная деятельность расщепляющих ферментов. Наиболее активны, по-видимому, протеазы и пептидазы. А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич отмечали: «Факту эписеллюлярного протеолиза мы должны, конечно, придавать первостепенное значение, в нем, как нам кажется, и лежит ключ к пониманию агрессивности, т. е. расплавляющего действия раковой клетки на прилежащие тканевые элементы»¹. Нужно подчеркнуть, что наблюдаемые явления представляют яркий пример ценности митогенетического метода исследования живых систем.

Большое значение для приближения к пониманию генеза раковой клетки имели данные по изучению излучения эндогенного бластомогенного вещества (ЭБВ) и канцерогенных веществ. Ряд испытанных канцерогенных соединений продуцируют за счет медленного окисления митогенетическое излучение, спектральный состав которого специфичен для каждого данного соединения². Близкие по строению, но не канцерогенные вещества не излучают. Излучает и водная эмульсия ЭБВ. Спектральные характеристики этих веществ позволили составить некоторое представление о процессах, протекающих в латентный период малигнизации. Спектры излучения крови и экстракта из печени мышей, полученные в различные сроки после введения животным канцерогенных веществ, указывали на постепенное возникновение в организме бластомогенного вещества³.

В этих исследованиях митогенетическое излучение использовалось как тонкий индикатор сдвигов метаболизма. Вместе с тем чрезвычайно существенной должна быть роль фотонов и как энергетических факторов, дающих на-

¹ А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич. Митогенетическое излучение. М., Медгиз, 1945.

² Н. Н. Каннегисер. Митогенетические свойства канцерогенных веществ. «Бюлл. эксперим. биол. и мед.», 1937, т. 3, № 6.

³ Е. С. Библиг. Обогащение эндогенного бластомогенного вещества в организме. Сб. «Работы по митогенезу и теории биологического поля». М., Изд-во АМН, 1947.

чадо (при сравнительно большом насыщении) постепенным отклонениям химических процессов от нормального течения. Придавая этому очень большое значение, А. Г. Гурвич сформулировал схему «актинической» теории малигнизации¹.

Говоря о ферментативной активности поверхности раковой клетки, мы не исчерпали перечень ее специфических свойств. На поверхности клетки наряду с ферментами находятся и молекулы тушителя излучения — высокомолекулярного пептида, несущего отрицательный заряд.

Исследованию этого специфического для раковой ткани вещества было уделено специальное внимание. Одно из его свойств, которое объясняет его характеристику как тушителя, заключается в подавлении митогенетического излучения ферментативных реакций. Механизм подавления связан с присоединением свободных радикалов к молекулам тушителя. Сохранение раковой опухолью способности к излучению, несмотря на присутствие в ней тушителя, объясняется одноименностью зарядов ферментов и тушителя, препятствующей их сближению. Возможность рекомбинаций свободных радикалов, т. е. возникновения фотонов, сохраняется при этом условии. Однако в крови тушитель легко отмывается окружающей жидкостью с поверхности клеток, при этом проявляется его тушающее действие, и раковая кровь вследствие этого не излучает². Возникновение тушителя в крови значительно опережает формирование опухоли. Наряду с этим тушитель очень рано возникает в печени, затем в селезенке откуда тоже поступает в кровь (данные З. В. Малеевой в книге А. Г. и Л. Д. Гурвич, 1959). Тушитель обладает свойствами, аналогичными иммунологическим. После нескольких введений его в организм здорового животного, в крови возникает своеобразное иммунотело — антитушитель, несущий положительный заряд и связывающий тушитель³.

¹ А. Г. Гурвич, Л. Д. Гурвич, С. Я. Залкинд, Б. С. Песоченский. Учение о раковом тушителе, М., Изд-во АМН, 1947.

² Б. С. Песоченский. Феномен тушения митогенетического излучения крови при раке и предраковых заболеваниях. Сб. «Работы по митогенезу и теории биологического поля». М., Изд-во АМН, 1947.

³ С. Я. Залкинд. Экспериментальное изучение антитушителя. «Бюлл. эксперим. биол. и мед.», 1950, т. 29, № 2.

(Мы не касаемся в изложении свойств тушителя тех данных, которые легли в основу возможности практического применения метода тушения.)

Как следует из сказанного выше, все данные, полученные в первые годы митогенетических исследований, указывали на параллелизм между делением клеток и митогенетическим режимом. Но прочное представление об однозначности связи дали факты, полученные при подавлении излучения размножающихся систем тушителем и при компенсации подавления облучением объектов извне. Особенно демонстративно это было на дрожжевых культурах¹. Прибавление тушителя подавляет на некоторое время излучение и размножение дрожжевых клеток. Однако облучение такой заторможенной культуры внешним источником митогенетического излучения заново приводит к возникновению клеточных делений.

Изучение действия тушителя и химического вещества фурфурола, непрозрачного для ультрафиолетового излучения, было проведено на меристемах луковых корешков (данные И. П. Васильевой и М. А. Владимирской в книге А. Г. и Л. Д. Гурвич, 1959). Удалось получить ясную картину подавления митоза. Аналогичные опыты с тем же ярко выраженным результатом были проведены и на роговице глаза лягушки². Необходимость фотонов при митогенетическом излучении как стартовых факторов для процессов, ведущих клетку к делению, была, таким образом, прочно обоснована. Дальнейшая работа в этом направлении связывалась с выяснением первичных элементарных актов, возникающих в молекулах клеточного субстрата при поглощении ими фотонов. Было сделано естественное предположение, что облучение должно приводить к усилению синтетических процессов, необходимых делящейся и растущей клетке для построения пластического материала. Наиболее интересны с этой точки зрения процессы синтеза пептидов. Они изучались на модельных опытах³.

¹ S. J. Salkind. Der gegenwärtige Stand des mitogenetischen Problems. «Protoplasma», 1937, Bd. 29, № 2, 3.

² Ю. Н. Пономарев. Подавление митозов путем введения в клетки тушителя и гасителей. Сб. «Работы по митогенезу и теории биологического поля», М., Изд-во АМН, 1947.

³ А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич. Митогенетическое излучение. М., Медгиз, 1945.

Цепные процессы могут приводить к возникновению продуктов расщепления (фотодиссоциация) или процессам синтеза (фотосинтез). Реакции фотодиссоциаций сопровождаются излучением. Процессы фотосинтеза не излучают. Наиболее вероятно, что в живых системах между этими процессами устанавливается динамическое равновесие.

Синтез пептидов относится к процессам поликонденсации, в котором возникновение полимера из мономеров происходит с выделением молекулы воды. При использовании небольшой тепловой энергии активации такой процесс не является цепным. Но представлялось вероятным, что при активации фотонами ультрафиолетового излучения поликонденсация может приобрести цепной характер вследствие освобождения (после присоединения каждого мономера) достаточно высокой энергии для последующих идентичных актов. Было действительно показано, что локальное облучение раствора, содержащего несколько аминокислот, приводит к возникновению пептидов во всем объеме раствора, что с полной достоверностью указывает на цепную реакцию. Наличие пептидов обнаруживалось по характерному спектру излучения, возникающему при прибавлении к раствору соответствующего фермента.

На модельных опытах выяснилась следующая важная зависимость. Длинноволновая граница эффективной области облучения различна при проведении опыта в темноте и при подсвечивании видимым светом. В первом случае эффективность облучения сохраняется только до длины волн 2700 \AA , во втором — до 3250 \AA . При выражении этих зависимостей в килокалориях это значит, что в темноте требуется фотон $100\text{--}110 \text{ ккал/моль}$, на свету — $85\text{--}90 \text{ ккал/моль}$. Анализ этих соотношений привел А. Г. Гурвича к следующему, очень вероятному представлению: энергия фотонов митогенетического излучения тратится при синтезе пептидов на два отдельных химических акта, один требует не меньше $85\text{--}90 \text{ ккал}$, второй — $18\text{--}20 \text{ ккал}$. Это последнее количество входит в высокую энергию коротковолновых фотонов. При длинноволновом облучении необходимая энергия поступает при облучении видимым или даже инфракрасным светом.

Из этого соображения вытекало, что начальная фаза фотохимического процесса, приводящего к пептидному

синтезу, состоит в отщеплении от аминокислот водорода, акте, требующем как раз энергии порядка 85—90 ккал/моль. Для дальнейших звеньев процесса, среди которых наряду с эндотермическими есть и экзотермические, нужна уже только небольшая энергия активации.

Эти данные и соображения приобрели особенный интерес в связи с процессом клеточного деления. Было показано, что при стимуляции делений соблюдаются те же спектральные закономерности: при подсвечивании объекта эффективная граница лежит около 3250 Å, в условиях темноты — 2700 Å. На основании этого представлялось чрезвычайно вероятным, что стимулирующее значение митогенетического излучения заключается в ускорении синтеза пептидов из находящихся в клеточном субстрате аминокислот и низших пептидов.

«Ответ на вопрос, почему этот элементарный процесс приводит к клеточному делению, является конечно одной из важнейших и труднейших биологических проблем, но роль митогенеза исчерпывается, по-видимому, в основном стартом процесса»¹.

Однако использование излучения как метода сравнительного изучения субстрата меристемных клеток и клеток, перешедших к дифференцировке, позволило пойти дальше. Исходя из общебиологических соображений Гурвич рассматривал митоз как «структурированный процесс нестационарного характера». Другими словами, быстро протекающий акт митоза, заключающийся в непрерывной смене пространственного распределения всех составных частей клетки, осуществляется лишь при возможно полной мобильности составных частей протоплазмы, т. е. в основном белков и пептидов. Таким образом, усиленный синтез пептидов в готовящейся к делению клетке должен сочетаться с сохранением их мобильности. Межмолекулярные связи, т. е. организация пептидов в трехмерные комплексы, должна быть выражена в меристемных клетках лишь незначительно, усиливаясь при переходе клетки в стадию дифференцировки.

Для изучения этого вопроса использовались критерии, полученные предварительно на модельных опытах и

¹ А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич. Двадцать лет митогенетического излучения. «Усп. совр. биол.», 1943, т. 16, вып. 3.

дающие сведения о соотношении низких и высоких пептидов и степени их комплектизации в более сложные белковые молекулы. Другими словами, давалась оценка степени «динамичности» или «мобильности» субстрата клеток при различных функциональных состояниях.

Сравнение интенсивно размножающихся клеточных систем (дрожжевых культур, меристем луковых корешков, двусуточных куриных эмбрионов, эпителия хвостового плавника личинки тритона) с системами, прекратившими деление и перешедшими к дифференцировке (старые дрожжевые клетки, зона вытяжения корешков, 4—5-суточные эмбрионы, эпителий плавников взрослых тритонов), дало четкие спектральные различия. Все критерии указывали на большую мобильность белкового субстрата делящихся клеток по сравнению с более старыми дифференцирующимися клетками¹ (данные Г. Х. Шуб в книге А. Г. и Л. Д. Гурвич, 1959).

Несомненно, что к общему направлению указанных работ примыкают по своему биологическому смыслу и широкие исследования авторов, которые не были непосредственными сотрудниками Гурвича, но поддерживали с ним тесный научный контакт. Речь идет, во-первых, о больших сериях работ, в которых изучался митогенетический режим бактериальных культур, и, во-вторых, об исследованиях излучения во время метаморфоза амфибий.

Первые работы, анализирующие митогенетическое излучение как индикатор функционального состояния бактериальных клеток и выясняющие возможность использования бактериальных культур в качестве детектора излучения, появились в конце 20-х начале 30-х годов².
¹ Специальные исследования в этом направлении велись и в лаборатории А. Г. Гурвича³.

В эти же годы велась интенсивная работа по анализу процессов, ответственных за излучение во время метаморфоза

¹ Н. С. С л а в и н а. Митогенетический анализ молекулярных процессов протоплазмы делящихся клеток и клеток, вышедших из митоза. «Бюлл. эксперим. биол. и мед.», 1959, № 4.

² L. K. Wolff и G. R a s. Einige Untersuchungen über die mitogenetischen Strahlen von Gurwitsch. Zbl. Bakteriол., 1931, Bd. 123. O. R a h n. Microorganisms as detector of mitogenetic rays. I Congress Internat. Electroradiobiol., 1934, t. 2.

³ В. И. И о ф ф е и Е. С. Б и л л и г. Материалы по применению бактериального детектора в митогенетическом опыте. «Арх. биол. наук», 1935, т. 40, вып. 1.

амфибий¹. Было установлено, что интенсивно излучают дегенерирующие органы, и выдвинуто предположение о непосредственной связи излучения с процессами протеолиза, интенсивно идущими при резорбции органов. Все эти работы сделали очень много для развития проблемы митогенеза.

Связь синтетических процессов с митогенетическим излучением — широкая проблема, являющаяся одним из аспектов биологического значения излучения. Ее дальнейшее изучение велось в различных направлениях и требует интенсивной работы. Зависимость пептидного синтеза от митогенетического режима органа впервые была установлена спектральным методом на печени мыши.² Большой фактический материал указывает на ту же зависимость в зеленых листьях растений: интенсивная диссоциация пептидов в листе после многочасового пребывания его в темноте компенсируется отчасти процессами синтеза, возникающего при облучении листа митогенетическими источниками. В специальном исследовании показано, что пигменты листа суммируют частично энергию видимого света до уровня энергии ультрафиолетового излучения.

К изучению реакций синтеза примыкали и исследования процесса самовоспроизведения (аутокатализа) более сложных органических соединений за счет более простых. Изучалась способность к самовоспроизведению за счет молекул гликокола активных в ферментативном смысле групп некоторых гидролитических ферментов³. На примере тирозина исследовалась различными методами способность к самовоспроизведению в гликоколе и сравнительно простых циклических соединений⁴. Низкие кон-

¹ L. J. Blasber mit Mitw. O. G. Golz man. Resorptions Prozesse als Quelle der Formbildung. I Die Rolle der mitogenetischen Strahlung in der Prozessen der Metamorphose der schwanzlosen Amphibien. «Arch. Entwicklungsmech.», 1930, Bd. 122, S. 48.

² В. Ф. Еремеев. Значение митогенетического излучения для синтеза пептидов в печени. «Бюлл. эксперим. биол. и мед.», 1958, № 5.

³ З. В. Малеева. Образование ферментоида уреазы и основные его свойства. Сб. «Работы по митогенезу и теории биологического поля», М., Изд-во АМН, 1947.

⁴ A. G. Gurwitsch a. A. A. Gurwitsch. The problem of autocatalysis (autoreproduction) of some cyclic compounds from lower aminoacids. «Enzymologia», 1958, t. XX, fasc. 1.

центрации продуктов реакции, т. е. малая вероятность процесса самовоспроизведения в условиях эксперимента не уменьшают принципиального значения этого явления.

Распространение механизма самовоспроизведения на сравнительно простые соединения представляло, с точки зрения А. Г. Гурвича, глубокий биологический интерес. Он подчеркивал роль матричного построения соединений в разнообразных живых системах. Современная биохимия шагнула далеко вперед, широко применяя матричный принцип. Можно только поражаться, насколько представления А. Г. Гурвича опередили и в этом отношении ход событий.

4. Неравновесная молекулярная упорядоченность живых систем.

Деградиционное митогенетическое излучение. Физиологическая теория протоплазмы

Наряду с описанными выше исследованиями шла интенсивная экспериментальная работа, перестраивающая и углубляющая представления о молекулярном субстрате живых систем. Именно здесь, в одной из центральных глав митогенеза, осуществляется органическая связь всей митогенетической проблемы с проблемой биологического поля. Это представляет особенный интерес и для настоящего состояния митогенеза и для его будущего развития. Анализ данных, полученных при центрифугировании оплодотворенных яиц амфибий и иглокожих (III глава), явился первой попыткой введения молекулярных понятий в представление о регуляционных явлениях в протоплазме. Приблизительно через 30 лет они получили дальнейшее интенсивное развитие. Вот к каким выводам пришел А. Г. Гурвич при непосредственном и последующем обдумывании своих прежних данных¹: «Мы полагаем, что наши представления о материальном носителе жизненных процессов, т. е. о протоплазме, не должны основываться на структурном анализе субстрата самого по себе, вне определенного функционального состояния... Объективное обоснованное представление о протоплазме можно

А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич. Митогенетическое излучение. М., Медгиз, 1945, стр. 82.

найти, по нашему мнению, лишь исходя из реактивного характера всех доступных нашему исследованию жизненных проявлений».

Говоря, что подавляющее большинство жизненных проявлений возникает вследствие химических и физических раздражений, которые (если они непосредственно не наблюдаются) можно обычно постулировать, А. Г. Гурвич подчеркивает свою мысль следующей острой формулировкой: «Мы можем условиться обозначать совокупность материальных частиц, являющихся звеньями реакции на раздражение, приводящей к наблюдаемому жизненному проявлению, как протоплазму этого проявления».

Дальнейшее развитие этой мысли привело к следующим выводам: «Материальный субстрат (совокупность частиц) должен быть охарактеризован только реакцией, т. е. процессом. Это дает нам право говорить о «физиологической» теории протоплазмы... Вопрос о построении общей теории протоплазмы, т. е. о представлении, достаточно богатом по содержанию и применимом ко всем биологическим процессам, подлежит чисто эмпирическому разрешению. Попытка такого обоснования общей теории и является нашей задачей»¹. «Некоторое приближение к поставленной цели» стало возможным благодаря митогенетическому излучению. Во второй половине 30-х годов были обнаружены следующие очень важные факты, которые трудно было предвидеть на основании предыдущих данных. При определенных условиях воздействия на живые системы митогенетическое излучение возникает как всеобщая, обязательная и специфичная реакция только для этих систем.

Анализ условий воздействия дал ключ к пониманию некоторых звеньев реакции, а следовательно, и свойств молекулярного субстрата. Они являются, по-видимому, специфичными и общими. Это позволяет установить основы общей теории протоплазмы. Речь идет о факторах, действие которых мыслимо лишь как нарушение нормальных условий системы: об обратимом охлаждении или легком наркозе объектов. Возникновение при этом вспышки излучения, конечно, очень знаменательный факт. Он указывает на то, что для живых систем специфичен молекулярный аппарат накопления энергии, который, по существу,

¹ А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич. Митогенетическое излучение. М., Медгиз, 1945, стр. 83.

неравновесен. Непрерывный приток энергии метаболизма — необходимое условие его существования¹. Ослабление метаболизма путем охлаждения или наркоза приводит к нарушению молекулярных систем.

Биологический смысл вывода А. Г. Гурвич видел в расширении понятия о структурных состояниях живых систем. Это понятие должно облегчать понимание координированности и регулируемости молекулярных процессов в рамках вышестоящих уровней (клеточного, системного) и вместе с тем отвечать способности субстрата к разнообразным перестройкам. Поэтому наряду с равновесными часто даже стабильными структурами необходимо допустить существование и чрезвычайно лабильных молекулярных объединений, неравновесных по своему существу, т. е. обладающих повышенным энергетическим потенциалом, поддерживаемым притоком энергии метаболизма. Гурвич назвал такие молекулярные объединения неравновесными молекулярными «конstellляциями».

А. Г. Гурвич отмечал, что понятие молекулярной упорядоченности означает всякое пространственное распределение молекул, не вытекающее непосредственно из их химической структуры, или состояния равновесия, т. е. химических связей, вандерваальсовых сил и т. д. В силу этого молекулярная упорядоченность такого рода неравновесна². При этом Гурвич подчеркивает как очень существенную следующую характеристику неравновесного состояния. На нарушение структур должна быть обязательно затрачена какая-то энергия. Понятие молекулярной упорядоченности включает, напротив, такую категорию молекулярных ассоциаций, на поддержание которых (а не на их разрушение) нужна энергия. Такое состояние упорядоченности можно моделировать. Наиболее известным примером является установление продолговатых (нитевидных) молекул по направлению текущей жидкости.

Мы говорили уже, что если неравновесные молекулярные конstellляции поддерживаются непрерывным притоком энергии, то это значит, что молекулы, входящие в данный момент в состав конstellляции, возбуждены. Но наряду

¹ Близость этих общих представлений А. Г. Гурвича и представлений Э. С. Бауэра несомненна.

² А. Г. Г у р в и ч. Теория биологического поля. М., изд-во «Сов. наука», 1944.

с обязательным условием возбуждения необходимо и другое. Очевидно, что только приток энергии не мог бы поддерживать констелляции, так как упорядоченное расположение возбужденных молекул нельзя создать без какого-то «организующего» фактора. Такой фактор пространственного характера должен быть связан с надмолекулярным уровнем — клеточным или надклеточным. Речь идет, таким образом, о биологическом поле.

А. Г. Гурвич часто указывал на близость своих представлений к взглядам Варбурга, высказанным в начале века. Он подчеркивал, что в отличие от общих представлений о неравновесности живых систем мысль Варбурга шла по совершенно иному направлению: исходя из экспериментальных данных специального характера, он высказывал не очевидный тезис, а лишь гипотезу, которая в дальнейшем могла оправдаться или могла быть опровергнутой. Она заключалась в том, что поддержание гетерогенности протоплазмы в клетке требует непрерывной затраты энергии, и из нее вытекало, хотя сам Варбург этого не подчеркивал, что элементы, нуждающиеся в затрате энергии, неравновесны. Выше уже указывалось на близость представлений А. Г. Гурвича к введенному раньше Э. С. Бауэром понятию «устойчивого неравновесия» субстрата живых систем. Подробнее об этом говорится в главе о биологическом поле.

Экспериментальное изучение неравновесного молекулярного состояния основано на регистрации энергии, освобождающейся при его нарушении, т. е. на обнаружении излучения. Эта форма опыта явилась очень важной. Нарушение упорядоченного состояния достигалось как механическими воздействиями, так и понижением уровня метаболизма, поставляющего, при нормальных условиях, энергию для поддержания констелляций. В качестве факторов, тормозящих метаболизм, применялось обратимое охлаждение объекта или легкий наркоз. Именно при этих воздействиях исследовались на живых животных печень, мышцы, нервы, мозговая кора, извлеченная из организма переживающая почка, дрожжевые культуры и молодые ростки растений. Возникало кратковременное излучение или усиление излучения, если объект излучал и при нормальных условиях. Связывая излучение с нарушением (деградацией) констелляций, А. Г. Гурвич охарактеризовал его как деградационное.

Как уже было сказано, аналогичный эффект, т. е. вспышка излучения, получается и при воздействиях, которые можно рассматривать как факторы, механически нарушающие констелляции: наложение переменных и постоянных микротоков, применение центробежной силы. Электрическому раздражению подвергалась печень живого животного и корешки различных растений. Центрифугированию — переживающая почка мыши и молодые ростки растений¹.

Очевидно, при обоих воздействиях речь может идти о нарушении пространственного распределения молекул в констелляциях вследствие сдвигов заряженных частиц (токи) или перемещения незаряженных частиц (центрифугирование). Именно этот характер нарушающего воздействия представлял большой интерес, так как он указывал, что в понятие неравновесного состояния входит не только энергетический, но и пространственный параметр. Решающее значение для выяснения этого вопроса имели опыты, в которых одни и те же объекты поочередно подвергались различным воздействиям в различной непрерывной последовательности: охлаждение до и после центрифугирования, охлаждение до и после наложения токов². Результаты были однозначны — излучение возникало только во время первого воздействия независимо от того, каким оно было. Другими словами, различные по своей природе воздействия — понижение энергетического уровня субстрата и непосредственное механическое нарушение упорядоченного состояния субстрата — взаимозаменяемы, т. е. они действуют на одни и те же элементы. Таким образом, понятия неравновесности и упорядоченности однозначно связаны, речь должна идти именно о неравновесной молекулярной упорядоченности.

Из сказанного уже должно быть в какой-то мере ясно, что неравновесные молекулярные констелляции нужно рассматривать как чрезвычайно лабильные молекулярные ассоциации, элементы которых — возбужденные молекулы — подвержены непрерывной смене, так как при потере возбужденного состояния молекулы выходят из состава констелляций. Однако в каждый данный момент

¹ Излучение регистрировалось во время центрифугирования.

² А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич. Митогенетическое излучение. М., Медгиз, 1945.

близко расположенные возбужденные молекулы взаимно ориентируются, объединяясь, таким образом, в констелляции как в системы. Другими словами, слабые ориентационные взаимодействия между молекулами констелляций существуют, но свободная энергия констелляции как целого выше, чем у отдельных молекул в моменты, предшествовавшие формированию констелляций и после их нарушения. Это следует из понятия неравновесности, полученного, как мы знаем, экспериментальное обоснование. Векторные воздействия клеточных полей выступают при этом как пространственно организующие факторы.

Рассматривая представление Сент-Дьерди¹ о миграции энергии по общим энергетическим уровням белковых комплексов как очень плодотворное, А. Г. Гурвич применил его к констелляциям. Энергия возбуждения мигрирует по констелляциям как по системам с общими энергетическими уровнями и может суммироваться в отдельных функциональных группах до уровня, достаточного для высвечивания ультрафиолетового излучения. Развивая это представление, Гурвич подчеркивал, что вследствие однозначности связи энергетического и пространственного параметров констелляций, миграция энергии должна приводить к пространственным их перестройкам. В субстрате живых систем должны приобретать большое значение непрерывно идущие «структурированные процессы». «Можно смело утверждать, что в живых системах в молекулярной области понятие структуры нельзя противопоставлять понятию процесса. Единственно правильным было бы говорить о структурированных процессах, протекающих в молекулярных комплексах очень различной степени устойчивости»². Динамичность и реактивность субстрата ярко подчеркивается этими понятиями.

Физиологичность этих представлений А. Г. Гурвича (следует помнить, что он ввел понятие «физиологической» теории протоплазмы) получила прочное обоснование при изучении спектров деградационного излучения различных органов (печени, почки, слизистой оболочки желудка) во время различных функциональных состояний (данные

¹ A. Szent-Györgyi. Towards a new Biochemistry. «Science», 1941, v. 93, p. 609.

² А. Г. Гурвич. Теория биологического поля. М., изд-во «Сов. наука», 1944, стр. 25.

Ю. Н. Пономаревой в книге А. Г. и Л. Д. Гурвич, 1945). Деградационные спектры печени эволюционировали в течение нескольких часов после введения животным небольших доз глюкозы или ничтожных количеств кокаина. Эволюция спектров почки наблюдалась после подкожного введения витальных красок или мочевины.

Таким образом, непосредственное участие молекулярных констелляций в процессах ассимиляции и метаболизма несомненно. «Неравновесные молекулярные констелляции являются той совокупностью материальных частиц субстрата, микрореакции которых составляют звенья наблюдаемого непосредственно жизненного проявления (макрореакции)»¹.

Эти представления получили дальнейшее подтверждение и расширение на нервной и мышечной системах, так как ряд данных указывал на то, что их излучение нужно рассматривать как физиологическое деградационное излучение.

Способность нервов проводить вторичное излучение само по себе замечательный факт, так как распространение цепных процессов на большие протяжения в узких объемах нервных волокон указывает на специальную приспособленность к этому субстрата. Речь могла идти, очевидно, о молекулярных структурах, ориентированных по длине волокна и вместе с тем очень лабильных, что вытекало из высокой реактивности нервного аппарата.

Дальнейшие митогенетические данные внесли большую ясность в понимание характера лабильности. К ним относятся в первую очередь ясные изменения спектров излучения нервов при различных раздражениях² (рис. 17). Отсюда вытекало представление о возможности разнообразных перестроек субстрата и, следовательно, принципиально важный вывод о том, что нервное волокно способно на качественно различные состояния возбуждений. Изменения спектров при изменении раздражений были обнаружены и на высших отделах нервной системы: освещение глаз лягушки сопровождалось излучением мозго-

¹ А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич. Митогенетическое излучение. М., Медгиз, 1945, стр. 86.

² G. S. K a l e n d a r o w. Die Spektralanalyse der Strahlung des markhaltigen Nerven in Ruhezustand und bei künstlichen Erregung. «Pflüger. Arch. ges. Physiol.», 1932, Bd. 231, H. 2.

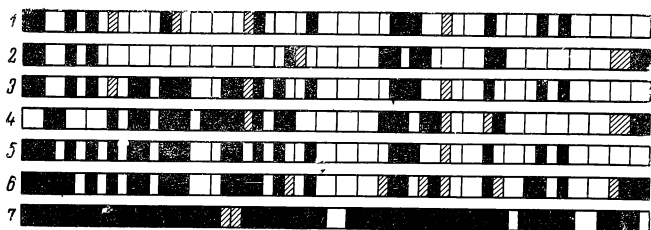


Рис. 17. Спектры излучения седалищного нерва лягушки

1 — в состоянии покоя; 2 — при механическом раздражении на месте раздражения; 3 — на расстоянии 20 мм; 4 — при фарадизации участка между электродами; 5 — на расстоянии 20 мм; 6 — при травме на расстоянии 20 мм от места перерезки; 7 — при рефлекторном раздражении (фарадизация контра-латерального нерва) (по Календарову из А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич, 1945)

вых полушарий, причем спектры излучений были различны при разных цветных полях зрения¹.

Наряду с этим в опытах на живых животных было установлено, что для нервной системы (периферической и центральной) и мышц характерен периодизм излучения по времени, т. е. вспышки частотой в несколько десятков в секунду. Естественно было предположить, что структурность нейроплазмы и саркоплазмы настолько лабильна, что, накопив определенный энергетический потенциал, она нарушается (при этом возникает излучение) и затем снова восстанавливается. Другими словами, «пространственная организация» субстрата идет как непрерывный повторяющийся процесс. Это предположение было обосновано различными экспериментами. К ним относятся данные, показавшие выраженное усиление излучения мозговой коры кролика при ее охлаждении, что указывает на неравновесно упорядоченное состояние молекулярного субстрата коры. В другой серии опытов было показано, что спектры спонтанного и деградиационного излучения, возникающего при охлаждении икроножной мышцы, идентичны. Это позволяло уже с уверенностью говорить о том, что спонтанно (при физиологической норме) идут процессы нарушения и восстановления молекулярного субстрата,

¹ А. А. Gurwitsch. L'excitation mitogénétique du système nerveusependant l'eclairage monochromatique de l'oeil. «Annales Physiol.», 1934, t. 10, № 5.

т. е. что для нервной и мышечной систем специфично «физиологическое деградационное» излучение.

Разнообразные данные, полученные за последние годы, полностью подтверждают это представление. Динамика молекулярного субстрата рассматривается как проявление непрерывно осуществляющегося взаимодействия центров и периферии, создающего физиологический фон, т. е. целостность живой системы в физиологическом смысле.

Здесь особенно уместно вспомнить точку зрения А. Г. Гурвича о том, «что само существование живой системы является, строго говоря, наиболее глубокой проблемой, по сравнению с которой ее функционирование остается или должно оставаться в тени»¹.

Этот короткий фактический обзор развития проблемы митогенеза, доведенный до настоящего времени², должен быть дополнен двумя вопросами: 1) кратким разбором монографий А. Г. Гурвича, посвященных проблеме митогенеза, 2) оценкой перспектив развития митогенеза — вопроса, к которому Гурвич возвращался много раз.

К монографическим изложениям проблемы митогенетического излучения А. Г. Гурвич подходил на разных этапах развития проблемы по-разному: иногда уделяя главное внимание экспериментальным данным, давая, в других случаях синтетическое обобщение всей проблемы или подробно трактуя ее отдельные главы. Но для всех книг характерны насыщенность содержания, смелость и убедительность выводов и блестящий краткий и поэтому не легкий стиль изложения.

Первый обзор проблемы митогенетического излучения был сделан А. Г. Гурвичем в книге «Das Problem der Zellteilung physiologisch betrachtet», написанной с участием Л. Д. Гурвич в 1926 г. Митогенетическим данным, полученным за три года, прошедших со времени открытия излучения, посвящена глава, названная «Факторы осуществления делений». Она тесно связана с общим содержанием книги, рассматривающим регуляционные явления в протоплазме и понятие «готовности» клетки к делению.

¹ A. G. G u r w i t s c h. Die histologischen Grundlagen der «Biologie», Jena, 1930, S. 2.

² В течение последних 15 лет небольшая группа учеников и сотрудников А. Г. Гурвича продолжает работу в Ин-те нормальной и патологической физиологии АМН.

В введении А. Г. Гурвич подчеркивает, что в монографии рассматриваются многие, еще не устоявшиеся вопросы. Последние можно только сформулировать в форме, доступной для исследования, и они должны явиться конкретными проблемами ближайшего будущего.

Действительно, вышедшее в 1932 г. немецкое издание книги А. Г. Гурвича с участием Л. Д. Гурвич «Die mitogenetische Strahlung» рассматривалось авторами как второе издание предыдущей книги. На этот раз монография была целиком посвящена митогенетическому излучению. Книга содержит много фактических данных, полученных за годы, предшествовавшие ее изданию, но ее главной целью является их синтез. Она состоит из трех крупных разделов: «Физика и химия митогенетического излучения», «Значение митогенетического излучения в экономике организма», «Митогенетический эффект». Вскоре «Митогенетическое излучение» было издано и на русском языке.

Быстро накапливающийся материал требовал дальнейшего изложения, и поэтому в 1934 г. была опубликована монография А. Г. Гурвича и Л. Д. Гурвич под тем же заглавием «Митогенетическое излучение». Эта большая книга дает исчерпывающее изложение фактов, полученных к тому времени. Она разделена на три части: «Митогенетический эффект», «Митогенетический режим организмов», «Методика исследования митогенетического излучения». В введении авторы пишут, что объединение разнообразного материала было трудным. «Некоторая степень внутреннего единства» определялась главным направлением работ в те годы, оно характеризовалось как физиологическое: «митогенетическое излучение организмов есть глава физиологии в той же мере, например, как электрические явления в них».

Возрастающее разнообразие фактов, о котором только что было сказано, и вместе с тем большой удельный вес физиологических проблем сделали необходимым выделение некоторых из этих вопросов в форме отдельной небольшой монографии А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич «Митогенетический анализ нервного возбуждения», изданной в 1935 г. Наряду с подробным изложением фактов большое место уделено их теоретической трактовке. Аналогичная монография была издана в 1937 г. в Голландии на английском языке: «Mitogenetic Analysis of the Excitation of the Nervous System».

В 1937 г. была также опубликована монография А. Г. Гурвича и Л. Д. Гурвич «Митогенетический анализ биологии раковой клетки», имеющая по своей общей архитектуре много аналогий с предыдущей монографией. Подробное изложение фактов чередуется в ней с теоретическими построениями, формулируя которые, авторы подчеркивают их гипотетичность, но считают, что они послужат основой для дальнейших построений.

В этот краткий обзор основных публикаций следует включить и обзорную статью А. Г. Гурвича и Л. Д. Гурвич «Двадцать лет митогенетического излучения» (возникновение, дальнейшее развитие и перспективы), написанную в 1943 г. Это удивительно стройное и ясное, хотя краткое изложение сделанного поражает строгой самокритичностью, с которой авторы указывают на некоторые ошибки в рассуждениях и на преждевременные допущения.

Намечая в ней дальнейшие возможные проблемы, авторы говорят «о вероятном концентрировании интереса на применениях митогенеза как метода». Эту мысль нужно, конечно, понимать не с узко методической точки зрения. Она означает анализ и нередко гипотетические трактовки наблюдений с точки зрения тех основных положений проблемы митогенеза, которые к тому времени фактически были уже прочно обоснованы.

В 1945 г. была опубликована монография А. Г. Гурвича и Л. Д. Гурвич «Митогенетическое излучение, физико-химические основы и приложения к биологии и медицине». К составлению этой книги авторы подошли иначе, чем к предыдущим. Она не является обзором всего материала. В ней выделены отдельные направления митогенеза и они даны в исчерпывающей форме: первая часть посвящена неорганизованным (гомогенным) системам, т. е. физическим и физико-химическим основам митогенетического излучения; вторая часть — организованным (живым) системам. В книге подробно излагаются физиологическая теория протоплазмы, клеточное деление, митогенетический анализ нервного возбуждения, митогенетический анализ биологии раковой клетки.

Накопившийся к середине 40-х годов большой материал по раковому тушителю был объединен в специальной монографии А. Г. Гурвича, Л. Д. Гурвич, С. Я. Залкинда, Б. С. Песоченского «Учение о раковом тушителе», изданной в 1947 г. Первая часть посвящена теоретическим ос-

новам учения о тушителе, вторая — клиническому применению феномена тушения.

В 1948 г. А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич опубликовали небольшую монографию «Введение в учение о митогенезе». Они считали, что для ознакомления с проблемой митогенетического излучения в целом необходима новая структура книги. «Мы попытались идти новым путем и поставили себе цель дать не обремененную деталями, удобочитаемую монографию, охватывающую все области митогенеза». Она действительно вводит читателя во весь круг вопросов и физико-химических основ митогенеза и митогенетического анализа ряда биологических явлений.

После 11-летнего перерыва в 1959 г. в Германии был издан труд А. Г. Гурвича и Л. Д. Гурвич — «Die mitogenetische Strahlung» после их смерти. Основной материал был дополнен данными, полученными в течение последующих лет. Книга построена по принципу монографии 1945 г., т. е. содержит исчерпывающее изложение основных проблем митогенеза.

Само собой разумеется, что вопрос о судьбе митогенеза как научного направления, о перспективах его развития беспокоил А. Г. Гурвича. Он неоднократно обдумывал этот вопрос и иногда излагал в печати в форме общих представлений. Мы говорили уже о замечательной по искренности и глубине анализа небольшой обзорной статье А. Г. Гурвича и Л. Д. Гурвич, написанной к двадцатилетию открытия митогенетического излучения. Развивавшиеся в ней представления полностью сохранили свою силу и теперь, через 25 лет после ее напечатания. Поэтому, заключая главу, посвященную митогенетическому излучению, мы приведем из нее некоторые формулировки.

«При попытке набросать в общей форме ближайшую, а может быть, и более отдаленную будущность митогенеза встает следующий основной вопрос: остается ли митогенез еще не разрешенной самодовлеющей проблемой, требующей всех усилий для ее разрешения? Или основы митогенеза можно считать настолько выясненными, чтобы признать в нем комплекс понятий и наряду с этим новый чрезвычайно ценный метод исследования, применимый в различных областях естествознания?»¹ Не ставя резкой альтер-

¹ А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич. Двадцать лет митогенетического излучения. «Усп. совр. биол.», 1943, т. 16, вып. 3, стр. 330.

нативы между этими двумя направлениями, Гурвич пишет, что использование митогенеза в качестве метода будет в дальнейшем преобладать и постепенно заслонит собой первую фазу учения о митогенетическом излучении как о самодовлеющей проблеме.

Из приведенной только что формулировки следует, что применение митогенеза как метода исследования А. Г. Гурвич понимал в общем и широком смысле слова. Оно означало введение новых представлений о состояниях субстрата живых систем на основе новых методических приемов исследования. Основным для характера логических построений является при этом непрерывное учитывание сопряженной зависимости различных биологических уровней: целого, клеточного, молекулярного. Именно поэтому в построениях А. Г. Гурвича в характеристику процессов молекулярного уровня входит их функциональная зависимость от воздействия высших уровней. Из этих представлений вытекает понятие неравновесной молекулярной упорядоченности.

Конкретизируя эти общие формулировки и подчеркивая, «что митогенетическим методом открываются по существу микроявления», т. е. редкие молекулярные события, Гурвич разбирает вопрос об их важности. Микроявления являются часто сигналами макропроцессов (не следует забывать о значении цепных процессов). В применении к нервным явлениям митогенетическое излучение имеет такое же значение, как биопотенциалы, являющиеся, по существу, тоже сигналами. Возможность оценки качественного разнообразия состояний молекулярного субстрата по спектрам излучения дает митогенетическому методу большое преимущество. «Поразительно чувствительная реакция деградационных спектров на ничтожные воздействия на соответственные органы» еще больше расширяет указанные возможности. Если при раздражении системы *A* меняется спектр деградационного излучения системы *B*, внешним образом независимой от *A*, то таким путем между ними может быть установлена тонкая функциональная связь.

«Объем применения митогенетических методов к различным проблемам биологии, по-видимому, очень значителен, почти неистощим,— пишет Гурвич.— Но важнее и значительнее представляется нам тот общий сдвиг и расширение горизонта биологии, которое уже принес с собой

и может еще в дальнейшем принести митогенез. Достаточно указать на то, что митогенетический метод уже позволил вскрыть наличие и важность для живых систем цепных процессов и упорядоченного неравновесного распределения молекул — двух понятий совершенно чуждых классической биологии и цитологии, — чтобы признать, что многие основные биологические процессы должны будут предстать перед нами в будущем в совершенно новом свете»¹.

Молекулярные аспекты исследований завоевали прочное место в биологии. Они строятся однако другими путями и приводят к другим выводам. Поэтому представления А. Г. Гурвича сохраняют полностью и сейчас свою новизну и оригинальность. И вместе с тем постепенно нарастающая непреодолимая потребность более глубокого и полного понимания регуляционных процессов на молекулярном уровне делает несомненным, что понятия, введенные А. Г. Гурвичем на основании митогенетических данных, войдут в основное русло биологических исследований как принципиальные специфические предпосылки.

¹ А. Г. Гурвич и Л. Д. Гурвич. Двадцать лет митогенетического излучения. «Усп. совр. биол.», 1943, т. 16, вып. 3.

Некоторые черты научной методологии А. Г. Гурвича

В предыдущих главах, особенно в главе, посвященной теории биологического поля и ее предпосылкам, ясно показано своеобразие подхода А. Г. Гурвича к анализу биологических явлений. Однако и некоторые стороны биологического мышления следует осветить более подробно, широко используя выдержки из рукописи «Принципы аналитической биологии и теории биологического поля», над которой А. Г. Гурвич работал последние годы жизни (1948—1954 гг.).

Вводя в заглавие задуманной книги понятие «аналитическая биология», А. Г. Гурвич связал его с содержанием, отличающимся от общепринятого, согласно которому анализ равноценен расчленению объекта изучения (материальному и умозраительному) и исчерпывается им. Говоря о том, что биология более 100 лет тому назад стала на путь расчленения (понятие клеточного строения), который неудержимо приводит к «результатам, описываемым языком физики и химии», Гурвич так формулирует свою точку зрения:

«Расчленение есть перенесение наших материальных и умственных приемов наблюдения с одного уровня на нижележащий следующий¹. Но его единственной целью должна быть при этом надежда на то, что представления, которыми мы формулируем наши наблюдения на низшем уровне, изменят, упростят (и этим приблизят к нашему пониманию) представления, создавшиеся из наблюдений

¹ Системный, клеточный, молекулярный уровни.

на вышестоящем... Операция расчленения имеет, другими словами, смысл лишь в том случае, если умственный ресинтез изменит те представления в пределах вышестоящего уровня, которые были созданы до расчленения». Гурвич подчеркивает, что при подходе к любой биологической проблеме «исследователь сознает или должен был бы сознавать, что имеет дело с «становлением», одинаково относящимся к филогенезу, к эмбриогенезу или к многократным, в течение жизненного цикла, процессам, в том числе и к квазистационарным состояниям... Поэтому объяснение неудержности (спонтанности) становления должно рассматриваться как общебиологическая задача. Своеобразие такой задачи может (хотя не непременно должно) повлечь за собой расширение гносеологических основ умозрительных построений»¹.

Первые части работы А. Г. Гурвич посвятил поэтому обзору логической структуры методов анализа в биологии и критическому рассмотрению основных биологических концепций, заставляя их «работать», т. е. проверяя их применимость к разрешению конкретных задач. После этого «был сделан шаг вперед», т. е. введены новые представления, анализирующие неудержность становления индивидуальных жизненных циклов, которые, как известно, привели к созданию теории биологического поля. Подходя к понятию жизненных циклов очень широко, Гурвич рассматривал становление процессов, связанных с деятельностью высших нервных центров (психическую сферу), как общебиологическую проблему. Записи в дневнике дают общее понятие о тех предпосылках, с точки зрения которых А. Г. Гурвич строил первые главы рукописи. «Я склонен приписывать большое значение чисто умозрительным построениям в биологии, конечно, при непременном условии соблюдения тех критериев, которые с такой ясностью выступают в физических методах, особенно в современной физике: 1) не включать принципиально недоступное наблюдению, 2) не высказывать таутологий, 3) оценивать полезность данной конструкции.

Если эти три условия соблюдены, то биолог вполне вправе отвергнуть критику физиков, сводящуюся обычно в этих случаях к двум пунктам: отсутствию количествен-

¹ А. Г. Г у р в и ч. Принципы аналитической биологии и теории биологического поля (рукопись).

ного характера построения и особенно возражению, что данное построение не обязательно вытекает из фактов и что равновозможен и целый ряд других»¹.

А. Г. Гурвич занимал вполне определенную позицию относительно роли экспериментального метода в биологии и связанного с ним моделирования, противопоставляя ему аналитико-синтетический метод, как значительно более конструктивный. Он считал более перспективным их правильное сочетание. Рассматривая два варианта экспериментирования: при возможном сохранении целостности живой системы и при ее нарушении, Гурвич пишет о принципиальных трудностях в обоих случаях. В первом случае результаты, как правило, сложны и неопределенны. Определенное представление составляется на основании физико-химических аналогий относительно первого звена сложного процесса, возникшего при воздействии: изменении молекулы, поглотившей фотон, сдвига ионов при наложении тока и т. д. Но на живых системах, как правило, наблюдаются проявления, представляющие отдаленные звенья цепи событий, так что связать первое звено с последним почти невозможно. Опыты второй категории нуждаются в специальном рассмотрении из-за особенности их характера. В них нарушается целостность живых систем, иногда выключается ряд связей, т. е. условия для наблюдения как будто упрощаются. Такой метод применяют физиология и экспериментальная эмбриология (механика развития); их результаты разнообразны и грандиозны, но делаемые выводы не всегда правомерны и четки. Физиолог исходит из того, что, нарушая целостность организма и изучая связанные с этим явления выпадения, он выясняет связи между процессами, частично автономными, но вместе с тем субординированными или координированными друг относительно друга. Считается, что можно сделать вывод о непосредственной связи процессов с выключенными системами и об отсутствии связей с другими системами.

Но подобные ожидания очень редко оправдываются в такой прямой форме. «Живые системы,— писал Гурвич в работе «Принципы аналитической биологии и теории биологического поля»,— отвечают большей частью лишь

¹ А. Г. Гурвич. Автобиографические записки (1941 г.).

уклончиво на поставленный вопрос или даже отвечают вовсе не на вопрос. Ответом являются часто новые жизненные проявления, существование которых мы вовсе не могли предполагать. Такое поведение систем Дриш обозначил как органические регуляции, и его громадной заслугой является указание на то, что они проникают во все стороны поведения живых систем».

Эти явления расширяют или во многих случаях коренным образом изменяют наши общебиологические представления. Но вместо того чтобы приблизить нас к пониманию жизненных проявлений путем упрощения общей картины (на что мы рассчитывали и что является целью анализа), они отдаляют нас от поставленной цели, увеличивая число неразрешенных и неразрешимых проблем. В тех случаях, когда удастся связать одну фазу физиологического процесса с другой, характер связи часто остается неясным.

В общем, можно сказать, что экспериментальный метод обогащает и часто осложняет общую картину, он, несомненно, расширяет наше знание о ней, но в слабой степени способствует пониманию. «Понимание — это по возможности полное овладение многочленной цепью событий, приводящей к наблюдаемому явлению, и нередко дающее возможность предвидения». Оно нередко достигается чистым размышлением, «которое не ставит себе задачей узнавать новое, но, если можно так выразиться, видеть новое в уже известном, т. е. проблему там, где ее не видели или не хотели видеть».

Именно с этой точки зрения А. Г. Гурвич пишет о неудовлетворяющем его характере моделирования биологических явлений. В биологии чаще всего моделируется не течение процесса, а отдельные, наиболее легко выделяемые звенья или, чаще всего, старт процесса. Но старт сложных, гетерогенных, структурированных и регулируемых процессов может оказаться наименее важным звеном для их действительного понимания. Поэтому анализируя процесс митоза, Гурвич настойчиво подчеркивал необходимость понятия «ведущего» фактора, ответственного за весь сложный ход явления. Ведущий фактор (поле) характеризуется геометрическими параметрами не в меньшей степени, чем химическими. Митогенетическому излучению отводится роль (как уже говорилось в IV главе) «стартового» фактора.

«Процесс может быть моделирован только процессом». Развивая эту мысль дальше, А. Г. Гурвич вводит свое понимание моделирования, связанное с его общими биологическими представлениями. Общепринятая точка зрения заключается в том, что единственный путь для познания хода жизненных процессов состоит в выделении и изучении ряда дискретных состояний системы, относимых обычно к ее определенным (различным) участкам. Такие дискретные состояния характеризуются различными постоянными и переменными параметрами. Чем многочисленнее такие выделенные состояния, чем больше введено параметров и определений, тем больше наши знания и глубже понимание. Такой метод построений часто встречается в физиологии и биохимии.

А. Г. Гурвич характеризует это воззрение как пессимистическое ввиду неизбежного возрастания сложности представлений в биологии и противопоставляет ему другую точку зрения. Выделение большого числа постоянных параметров для определенных областей живых систем невозможно, т. е. не имеет смысла по существу, так как состояния живых систем неограниченно изменчивы или могут быть неограниченно изменчивыми. «Центр тяжести наших построений, — пишет А. Г. Гурвич, — заключается в конструкции возможно простых и объемлющих выражений для изображения переменных состояний, т. е. процессов. В эти выражения должны входить, конечно, и специфические для данной системы постоянные (инварианты), но нужно стремиться, и это является очень важным, к сведению их числа до минимума. При этой концепции появляется надежда на упрощение, так как неограниченное феноменологическое многообразие должно при этом вытекать из сочетания очень немногих, легко обозримых, независимых предпосылок». «Эта несколько абстрактная формулировка доступна пояснению метафорой: сложная музыкальная пьеса может быть сыграна так называемой музыкальной шкатулкой и четырехструнной скрипкой. В первом случае сложности результата соответствует сложность аппарата, во втором случае такого соответствия нет».

Если общепринятая точка зрения близка к первой альтернативе, то А. Г. Гурвич, как ясно из сказанного, склоняется ко второй. К концепции биологического поля привел, как известно, именно этот ход построений. Учитывая

все больший размах, который приобретает моделирование в современной биологии, биологам-теоретикам было бы очень важно знать эти соображения.

Экспериментальному методу в биологии Гурвич противопоставляет аналитический, вкладывая в понятие анализа свое, очень существенное содержание. Биолог-аналитик, не прибегающий к обычному эксперименту, не ограничивается вместе с тем и чистым наблюдением, а использует «природный эксперимент». «Природа экспериментирует сама перед нашими глазами,— пишет А. Г. Гурвич,— и наша вина, если мы не умеем использовать результаты этого эксперимента. Вряд ли существует хотя бы одно жизненное проявление, не наблюдаемое в различных вариантах. И если мы обозначили искусственный эксперимент как наблюдение одного и того же при различных, создаваемых произвольно, условиях, то можно сказать, что природа сама, создавая или варьируя различные, скрытые от нас, условия, показывает нам лишь результаты своего эксперимента, предоставляя нам расшифровку этих условий».

Таким природным экспериментом является, например, распределение митозов в меристемах. Задача биолог-аналитика состоит тогда в выяснении последовательности событий, приводящих к возникновению митозов. И мы знаем, что анализ их пространственного распределения дал результаты: дуализм решающих факторов (фактор возможности и фактор осуществления), вероятность физического характера индуцирующего фактора (митогенетическое излучение) и т. д.

В известных пределах возможно воспроизводить природные эксперименты, и тогда биолог может экспериментировать, оставаясь аналитиком. Он может экспериментировать при условии полной обратимости вызванного им отклонения от нормального состояния, т. е. от спонтанного течения процесса.

Развивая эти мысли дальше, А. Г. Гурвич пишет, что различие аналитического эксперимента от обычного существенно и в следующих отношениях. Обычный эксперимент выясняет часто отношение живой системы к еще неиспытанному воздействию (например, новому химическому веществу) и наблюдает неизвестное еще проявление. Аналитический эксперимент тоже направлен на вызывание определенного явления, но оно входит в категорию

известных уже в природе жизненных процессов, и эксперимент отличается от пассивного наблюдения тем, что вызывает их произвольно, не ожидая пока они появятся квазиспонтанно, т. е. при не поддающихся учету условиях. К таким аналитическим экспериментам относится, например, метод скрещивания (менделизм), вариации (в известных пределах) пищевого режима и т. д.

Дальнейший ход рассуждений чрезвычайно важен, он относится к одному из основных представлений А. Г. Гурвича, о котором говорилось в начале этой главы, — к необходимости сочетания расчленения с рациональным ресинтезом. Полнее и конкретнее эта мысль выражена следующими словами: «Сущность, и если можно так выразиться, искусство анализа биологических явлений заключается в выделении «инвариантной основы», варианты которой мы наблюдаем». Для построения такой умственной конструкции необходимо возможно исчерпывающее использование выводов, которые нужно суметь сделать при изучении вариантов. По существу, такая конструкция должна представлять аналогию с алгебраическим уравнением, в котором переменная X находится в какой-то функциональной зависимости от вариантов, характеризуемых различными параметрами. Форма функциональной зависимости, т. е. характер уравнения, и является самым существенным, так как именно им определяется инвариантная основа.

Конкретный путь конструкций А. Г. Гурвич видел в использовании статистических принципов: «Значительная часть жизненных процессов захватывает одновременно большие количества эквивалентных, сравнимых между собой (иногда квазиидентичных) элементов (клеток, волокон), и это дает нам нередко основания рассматривать такие комплексы как «коллективные предметы» (выражение Фехнера) и применять к анализу вариантов их поведения статистические методы».

Теория поля и явление митогенетического излучения показали плодотворность этих построений. Концепция биологического поля — один из ярких примеров индуктивных конструкций, очень важных в биологии.

Вместе с тем А. Г. Гурвич подчеркивает, что для анализа биологических явлений колоссальное значение имеет применение и чисто дедуктивного метода: «Выражаясь образно, можно утверждать, что почти во всех областях

биологии лежит масса бесхозяйственных ценностей, которые стоит лишь осознать, чтобы получить порой необычайно ценные результаты. Речь идет о том, чтобы продумать описанные факты до конца, т. е. сделать исчерпывающие дедукции».

Определение, которое Гурвич дает дедукции, отличается от общепринятого, подчеркивающего расчленяющий смысл этого понятия. «Основным приемом строгой дедукции является сопоставление двух, или большего количества независимых друг от друга высказываний об одном и том же». Другими словами, это определение соответствует аналитико-синтетическому характеру всех построений А. Г. Гурвича. Отрицая механический подход, т. е. не считая все подобные сопоставления осмысленными и плодотворными, А. Г. Гурвич подчеркивает, что искусство дедуктивного анализа заключается в построении возможно более объемлющих сопоставлений. Наряду с новыми явлениями нужно использовать уже известные, сделанные по другому поводу наблюдения, сохраняющиеся временами в памяти как бы бессознательно.

Сказанное иллюстрируют следующие примеры. Возбуждение большой группы палочек сетчатки интегрируется в одной ганглионарной клетке. Характер возбуждений отдельных палочек может быть при этом различен. Следовательно, возбуждение, возникающее в ганглионарной клетке и переходящее в волокно зрительного нерва, может быть сложным, т. е. представлять собой равнодействующую из различных более элементарных состояний. Непосредственно в сделанном сопоставлении (в дедуктивном выводе) отсутствует элемент обобщения, но с помощью аналогий такие дедукции могут привести к широким обобщениям. Действительно, путем очень правдоподобного умозаключения можно расширить представление о сложном сочетании возбуждений в зрительном волокне и прийти к представлению о сложности и разнообразии нервных возбуждений вообще.

В другом примере рассматривается процесс деления клетки. Асинхронность и спорадичность митозов в любой ткани хорошо известна. Вместе с тем так же достоверно известен синхронизм делений ядер в многоядерных клетках и синцитиях, объединенных общей поверхностью. Следовательно, наступление митоза как-то связано с клеточной поверхностью. Этот дедуктивный вывод развива-

ется, и дальнейшие построения могут не включать в виде отдельных звеньев последующие дедукции, но исходная дедукция дает решающий толчок. «Дедукции являются сравнительно редкими событиями с далеко идущими последствиями творческого характера, в чем и заключается их громадное значение».

Сочетая различные формы логических построений, А. Г. Гурвич анализировал, таким образом, основной для себя вопрос о «становлении» индивидуальных жизненных циклов с точки зрения взаимоотношения целого и элементов. При характеристике основных фактических данных и теоретических построений Гурвича в некоторых случаях необходимо возвращаться к изложенным уже раньше понятиям, подчеркивая несколько иной аспект. Это определяется не только содержательностью представлений и выводов, но и цельностью научного мировоззрения А. Г. Гурвича. Именно поэтому после временного перерыва в разработке каких-нибудь представлений А. Г. Гурвич возвращался к ним снова, рассматривая другие стороны и обогащая, таким образом, все понятие. Понятие нормировки, как формы взаимоотношения целого и элементов, было отнесено к различным уровням биологического анализа, т. е. принципиально расширено. С этой точки зрения нормировка, т. е. статистическая закономерность, разработанная сначала в применении к анализу распределения митозов, охватывает все те градации взаимодействия целого и элементов или взаимодействия элементов, при которых можно и нужно говорить о различных «степенях свободы». Анализируя в связи с этим результаты экспериментальной эмбриологии и привлекая некоторые выводы иммунологии, указывающие на разнообразные и часто неожиданные потенции организма, А. Г. Гурвич писал: «Само собой разумеется и поэтому банально, что все взаимоотношения процессов как в пределах одного уровня, так и различных уровней (системного, клеточного или молекулярного) обладают некоторой степенью свобод. Но существенны и не банальны факты, указывающие, во-первых, на очень различные степени нормировки, т. е. степени свобод идентичных событий в пределах одного и того же уровня и, во-вторых, на значительное возрастание степени свободы при переходе от более высоких к более низким уровням. Этот скачок особенно резок, и это имеет принципиальное значение при

переходе от макроуровней (т. е. событий, захватывающих большие клеточные комплексы) к клеточному уровню.

Вместе с тем развитие зародышей в подавляющем большинстве случаев, как известно, строго закономерно, т. е. живые системы, проходя в развитии определенный цикл, проявляют свою «консервативность». Несомненная консервативность живых систем, выражающаяся в эквивалентности результатов, есть выражение закономерностей, выяснение которых является основной, еще мало исследованной, задачей будущего анализа. Но некоторые основные положения мы можем, и даже обязаны, сформулировать теперь. Принцип работы целого правильнее всего рассматривать как выработку методов обеспечения упорядоченности и устойчивости системы, при возможно малом ограничении степеней свободы входящих в нее элементов».

Именно эту формулировку А. Г. Гурвич рассматривал как наиболее общее определение понятия нормировки, выражающее вместе с тем наиболее точно его смысл.

В главе о теории биологического поля было отмечено, что в первую очередь А. Г. Гурвич говорил о нормировке пространственных параметров поведения клеток. При развитии и углублении принципа нормировки А. Г. Гурвич все яснее понимал необходимость анализа явлений на молекулярном уровне. Исходя из явлений эмбриогенеза и рассматривая понятие формы как доминирующее в биологии, А. Г. Гурвич перенес его в область величин молекулярного порядка, изучая состояние субстрата с точки зрения пространственных молекулярных перестроек. В связи с этим следует вернуться еще раз к содержанию понятия биологических уровней, употреблявшегося нами в значительной степени формально. Подчеркивая, что к стремлению биологов «расчленять данное сложное на его элементы» нужно относиться критически и что «необходимо проводить грань между результатами расчленения, имеющими познавательную ценность и лишенными ее», А. Г. Гурвич четко формулирует свою точку зрения: только в том случае, если результат расчленения (анализа) может дать содержательный ответ на вопрос: «что из этого следует для нашей проблемы», расчленение можно рассматривать как рациональное и нужное.

Современный технический прогресс, принося большую пользу, причиняет биологии и известный урон, толкая ее

на путь одностороннего развития. «Биолог, пораженный техническими достижениями, руководится и в своей науке установкой очень спорного характера, которая может быть охарактеризована как убеждение в экстенсивности биологической сложности¹.

Но в действительности, при размышлении над жизненными проявлениями, мы стоим перед альтернативой бесконечной сложности или сравнительно простой гениальности природы. Мудрость исследователя заключается, по-видимому, в том, чтобы в нужное время уметь переходить от одной альтернативы к другой, избегая односторонности и не впадая в крайности. Метод расчленения, в чисто биологическом анализе жизненных проявлений, должен поэтому рассматриваться лишь как один из подходов к пониманию биологических проблем и не должен быть самоцелью».

В понятие «уровней» должна входить совокупность наблюдений и теоретических построений, формулировка которых включает определенный набор понятий, общих и специфических для них, т. е. как бы словарь, применимый к данному уровню. Другими словами, простое применение физической терминологии, например, понятия «молекулярный» уровень, является совершенно недостаточным. Употребляя понятие молекулярного уровня, следует учитывать специфику биологического объекта и исходить из того, что его определение (описание) составляется не только на основании отдельных эмпирических данных, но может, и даже должно, включать и гипотетические звенья, необходимость которых выясняется при всестороннем анализе явления. Но такой всесторонний анализ явлений означает, что после первых шагов исследования должна устанавливаться связь между различными уровнями. Связь будет плодотворной, если вводимые молекулярные представления будут адекватны наблюдениям, полученным на более высоком уровне, т. е. «если они их упростят и этим приблизят к нашему пониманию». Другими словами, недостаточно определение какого-то одиночного звена молекулярного уровня, т. е. его изолированное рассмотрение. Нужно составить представление (включающее и гипотетические звенья) относительно со-

¹ Выделение ряда дискретных состояний, характеризующихся постоянными параметрами.

вокупности свойств молекулярного субстрата, и только тогда установить связь с вышестоящими уровнями. Концепция неравновесных молекулярных констелляций относится именно к такому типу построений.

Таким образом, с точки зрения А. Г. Гурвича, конструктивные биологические представления обязательно должны строиться на основе непрерывной сопряженной зависимости явлений, возникающих и формирующихся на различных уровнях. Именно осуществление такой сопряженности различных уровней является выражением непрерывно работающего фактора целого.

Следует сопоставить подход А. Г. Гурвича к анализу биологических явлений с той трактовкой данных, которая дается в современной молекулярной биологии. Несомненно, что современные взгляды генетиков проникнуты «химическим духом» и молекулярная биология и экспериментальная биохимия почти неотделимы друг от друга. Принцип векторизации процессов, как фактор их организации в масштабе клетки, не рассматривается в конкретной форме. И вместе с тем можно найти нечто общее, постепенно приближающее современные взгляды к основным трактовкам А. Г. Гурвича. Это взгляды некоторых биологов, анализирующих различные явления на различных объектах, но высказывающих общую точку зрения о необходимости интегративного подхода к клеточным процессам. Сюда относятся очень интересные общие соображения, которые можно найти у биохимика и микробиолога Хиншелвуда, биолога Вейса, иммунолога Бернета.

Дин и Хиншелвуд в статье, посвященной интеграции клеточных реакций, пишут: «Представления сегодняшнего дня имеют тенденцию быть фрагментарными, статичными и в некоторых отношениях искусственно упрощенными. О клетке часто говорят так, как будто ее представляют в виде некоординированного скопления механизмов. «Регуляторные» гены включаются и выключаются. Но не являются ли гены-регуляторы и гены-репрессоры только частичным выражением общего, сбалансированного в количественном смысле, состояния клетки? Структурный код, на каком бы уровне клетки его не представлять, контролирует все ее потенции. Сбалансированное состояние потенций выражается определенными общими принципами, игнорирование которых может привести к недоразумениям... По отдельным поводам законно говорить о ге-

нах, оперонах, цистронах, респрессорах, информационной РНК, рибосомах и т. д., как о частях фрагментированной и часто статической системы. Но их полный смысл проявляется только при их объединении в какой-то механизм. Если объединение игнорируется, то часто возникает потребность выдвигать свежую, взятую ad hoc, гипотезу для объяснения каждого нового факта»¹.

Аналогичный взгляд высказывает Вейс: «Представление о молекулярном контроле клеточной активности обречено оставаться фрагментарным и неполным, пока оно не будет связано со знанием того, что делает клетку целым, т. е. с клеточным контролем молекулярной активности»².

В определенной форме высказывает свою точку зрения Бернет: «Биохимия сейчас так доминирует в биологии, что может показаться безрассудным и неуместным умаление тех успехов, которые получены во многих аспектах химии живых систем. Но это успехи несколько поверхностны. Выяснение процесса окисления глюкозы — это проявление мастерства эксперимента и логики, но оно оставляет нас в глубоком незнании структурной основы и функциональной координации обнаруженных процессов, и мы далеки от адекватного понимания характера организации, лежащей в основе наследственности и развития... Плодотворность попыток применения структурных, физических и химических подходов к пониманию жизненных процессов, по-видимому, начала понижаться. Мы достигли асимптотического барьера, и возможно, что некоторые изменения во взглядах и подходах теоретической биологии скоро станут необходимыми»³.

В связи с этими высказываниями нужно еще раз подчеркнуть принципиальную точку зрения А. Г. Гурвича об обязанности биолога дедуктивно обдумывать и формулировать некоторые основные положения заранее, до начала будущего конкретного анализа явлений, не удовлетворяясь возможными успехами в частичных направлениях, если они не отвечают сформулированным общим предположениям.

¹ A. Dean a. C. Hinshelwood. Integration of Cell Reactions. «Nature», 1963, v. 199, N 4888.

² P. Weiss. The molecular control of cellular activity. N. Y., Mc. Graw-Hill, 1962.

³ M. F. Burnet. Enzyme, Antigen and Virus. Cambridge Univ. Press, 1958.

* * *

Эта небольшая научная биография А. Г. Гурвича далека, конечно, от того, чтобы дать исчерпывающее представление о его разносторонней и глубокой научной жизни. Своеобразие подходов к анализу биологических процессов, умение видеть те стороны явлений и те их связи, которые оставались незамеченными, сочетание исчерпывающих дедукций и широких индуктивных построений — все это придавало творчеству А. Г. Гурвича черты редкой индивидуальности. Если книга даст об этом хотя бы некоторое представление, то авторы смогут считать поставленную перед собой задачу выполненной.

Список опубликованных работ А. Г. Гурвича

1895

Über die Einwirkung des Lithiumchlorids auf die Entwicklung des Froschen und Kröteneiern (*Rana fusca* und *Bufo vulgaris*).— *Anat. Anz.*, Bd. 11, N 3, S. 65—70.

1898

Über die formative Wirkung des veränderten chemischen Mediums auf die embryonale Entwicklung. (Inaug.—Diss.).— *Arch. Entwicklungs. Mech.*, Bd. 3, S. 219—260.

1900

Die Histogenese der Schwannschen Scheide.— *Arch. Anat. Physiol.*, S. 86—92.

Zur Entwicklung der Flimmerzellen.— *Anat. Anz.*, Bd. 17, N 2/3, S. 49—58.

Idiozom und Centrankörper im Ovarialei der Säugertiere.— *Arch. mikrosk. Anat. und Entwicklungsgesch.*, Bd. 56, N 2, 377—392.

1901

Studien über Flimmerzellen, I. Histogenese der Flimmerzellen.— *Arch. mikrosk. Anat. und Entwicklungsgesch.*, Bd. 57, N 1, S. 184—228.

Über Haarbüschel in den Epydidimüszellen des Menschen.— *Arch. mikrosk. Anat. und Entwicklungsgesch.*, Bd. 59, N 1, S. 32—62.

1902

Zur Physiologie und Morphologie der Nierentätigkeit.— *Pflügers Arch. ges. Physiol.*, Bd. 91, N 1/2, S. 71—119.

1904

Morphologie und Biologie der Zelle. Jena, G. Fischer Verl., S. 1—437.
Über die Zerstörbarkeit und Restitutionsfähigkeit des Protoplasmas in Echinodermeneiern und Amphibieneiern.— *Verh. Anat. Gesellsch.*, S. 146—151.

1905

Über die Zerstörbarkeit und Restitutionsfähigkeit des Protoplasmas des Amphibieneies.— Anat. Anz., Bd. 27, N 20—21, S. 481—497.

1907

Atlas und Grundriss der Embryologie, Bd. XXXV, Lehmanns Medizin. Handb.— Atlanten, München, S. 1—345.

1908

Atlas — Manual de Embriologia. Libreria Academica, Madrid, p. 1—335.

О явлениях регуляции в протоплазме.— Труды Петерб. общ. естествоиспыт., т. XXVII, вып. 2, стр. 140—189 (докт. дисс.).

1909

Атлас и очерк эмбриологии позвоночных и человека.— Карманный медицинский атлас. Изд. ж. Практическая медицина. т. XXVI.

Über Prämissen und anstossgebende Faktoren der Furchung und Zellvermehrung.— Arch. Zellforsch., Bd. 2, H. 4, S. 495—548.

1910

Über Determination, Normierung und Zufall in der Ontogenese.— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 30, Teil I, S. 133—193.

1911

Понятия нормировки и детерминации в биологии.— Вопросы философии и психологии, кн. 107, стр. 129—155.

Анатомия человека (в связи с гистологией и эмбриологией). Киев, изд-во «Сотрудник», стр. 1—344.

Üntersuchungen über den zeitlichen Faktor der Zellteilung.— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 32, S. 447—471.

1912

Die Vererbung als Verwirklichungsvorgang.— Biol. Zbl., Bd. 32, N 8, S. 458—486.

1913

Vorlesungen der allgemeine Histologie, Jena, G. Fischer Verlag, S. 1—345.

Über Synchronismus der Zellteilungen.— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 38.

1914

Über Morphogenese der Gehirnblasen.— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 39. Der Vererbungsmechanismus der Form.— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 39, H. 4, S. 516—577.

Über die nichtmateriele Faktoren embryonaler Formgestaltung.— Z. Morphol. und Anthropol. Festschr. f. G. Schwalbe.

Проблемы наследственности.— Природа, июль-август, стр. 843—862.

1915

On practical vitalism.— Amer. Naturalist, v. 49.

1922

Über den Begriff des embryonalen Feldes.— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 51, H. 3/4, S. 383—415.

Über Ursachen der Zellteilung.— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 52, H. 1/2, S. 167—181.

1923

Лекции по общей гистологии (для естественников). М., Госиздат, стр. 1—174.

Versuch einer synthetischen Biologie.— Schaxel's Abhandl. z. theoretische Biologie, H. 17, S. 1—83.

Die Natur des spezifischen Erregers der Zellteilung.— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 100, H. 1/2, S. 11—40.

1924

Vorbemerkungen zu nachstehender Arbeit Dr. W. Rawin's — Weitere Beiträge zur Kenntniss der mitotischen Ausstrahlung und Induktion.— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 101, H. 1/3, S. 53—61.

Fortgesetzte Untersuchungen über mitogenetische Strahlung und Induktion (in Kollabor. N. Gurwitsch).— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 113, H. 1/2, S. 68—79.

Physikalisches über mitogenetische Strahlen.— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 103, H. 3/4, S. 490—498.

Sur le rayonnement mitogénétique des tissus animaux.— Compt. rend. Soc. biol., v. 91, p. 87.

Les problèmes de la mitose et les rayons mitogénétiques.— Bull. d'Histol., t. I, N 11, p. 1—12.

Untersuchungen über mitogenetischen Strahlen (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 103, S. 483.

1925

Вильгельм Ру.— Изв. Ин-та им. Лесгафта, вып. XI, стр. 133—137.
The mitogenetic rays.— Bot. Gaz., v. 80, N 2, p. 224—226.

Weitere Untersuchungen über mitogenetische Strahlung (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 104, H 1/2, S. 109—115.

Über den Ursprung der mitogenetischen Strahlen (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 105, H. 2, S. 470—472.

Über die präsuzimierte Wellenlänge mitogenetischer Strahlen (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 105, H. 2, S. 473—474.

1926

- Das Problem der Zellteilung physiologisch betrachtet. Springer Verlag. S. 1—221.
- Об источниках митогенетического излучения (в соавторстве с Л. Д. Гурвич).— Мед. арх., т. I, стр. 302—304.
- Новые данные о митогенетическом излучении (в соавторстве с Л. Д. Гурвич).— Омский мед. ж., № 1, стр. 1—2.
- Die Produktion mitogener Stoffe im erwachsenen tierischen Organismus (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 107, H. 4, S. 829—832.

1927

- Weiterbildung und Verallgemeinerung des Feldbegriffes.— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 112, Festschr. f. H. Driesch, S. 433—454.
- Einige Gedanken über die Zellteilung und Wundreaktion.— Deutsch-Russ. Z., Bd. 6, S. 345—448.
- Sur le rayonnement mitogénétique secondaire (à la collabor. L. D. Gurwitsch).— C. r. Acad. Sci., t. 184, p. 841.
- Zur Analyse der Latenzperiode der Zellteilung.— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 107, S. 190.
- Die mitogenetische Strahlung des Karzinoms (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Z. Krebsforsch., Bd. 29.
- Zur Analyse der Latenzperiode der Zellteilungsreaktion (in Kollabor. L. D. Gurwitsch und N. Perepelkina).— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 109, S. 362.
- Sur les rayons mitogénétiques et leur identité avec les rayons ultraviolets (in Kollabor. G. M. Frank).— C. r. Acad. Sci., t. 184, p. 903—904.

1928

- Einige Bemerkungen zur vorangehenden Arbeit von R. Rossmann.— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 113, H. 2, S. 406—413.
- Некоторые проблемы митогенетического излучения.— Ж. Русского бот. об-ва, т. 13, стр. 179—189.
- Les problèmes de la mitose et les rayons mitogénétique.— Bull. d'Histol. appl., t. 5, N 5, p. 1—9.
- Zur Energetik der mitogenetischen Induktion und Zellteilungsreaktion (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 113, H. 4, S. 740—752.
- Über ultraviolette Chemolumineszenz der Zellen in Zusammenhang mit dem Problem von Karzinoms (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Biochem. Z., Bd. 196, H. 4—6, S. 257—275.

1929

- Mitogenetische Strahlen als Erzeuger der Zellteilung. In: O. Vogt. Die Naturwissenschaft in der Sowjet-Union, Berlin, S. 123—132.
- Die mitogenetische Strahlung aus den Blättern von Sedum (latifolium). Eine Erwiderung an G. Haberlandt.— Biol. Zbl., Bd. 49, H. 8, S. 449—451.

- Der Begriff der Äquipotentialität in seiner Anwendung auf physiologische Probleme.— Arch. Entwicklungsmech., Bd. 166, Teil. I, S. 20—35.
- Über den derzeitigen Stand des Problems der mitogenetischen Strahlung.— Protoplasma, Bd. VI, H. 3, S. 449—493.
- Methodik der mitogenetischen Strahlenforschung. In Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, herausgegeben von E. Abderhalden. Abt. V, T. 2/2, S. 1404—1470.
- Die mitogenetische Strahlung des Karzinoms. II Mitt (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Z. Krebsforsch., Bd. 29, S. 220.
- Sur le rayonnement mitogénétique du cancer (à la collabor. L. D. Gurwitsch et M. Kislak-Statkewitsch).— Compt. rend. Soc. biol., v. 100, p. 1080.

1930

- Die histologischen Grundlagen der Biologie, Jena, G. Fischer Verlag, S. 1—310.
- Einige Betrachtungen zur Arbeit von Gesenius; Über Stoffwechselwirkungen der Gurwitsch-Strahlen.— Biochem. Z., Bd. 229, H. 1—3, S. 109—114.
- Referat über die Stempellschen Arbeiten.— Protoplasma, Bd. 7.
- Bemerkung zur Arbeit von H. Schreiber und W. Friedrich; Über Nachweis und Intensität mitogenetischer Strahlung.— Biochem. Z., Bd. 230, S. 505.

1931

- Die Intensität mitogenetischer Strahlung und das Zustandekommen des mitogenetischen Effekts.— Naturwissenschaften, H. 20, S. 432—434.
- Die fundamentalen Gesetze der mitogenetischen Erregung.— Arch. exper. Zellforsch., Bd. XI, S. 3—20.
- Основные законы митогенетического возбуждения.— Арх. биол. наук, т. 31, вып. 1, стр. 149—159.
- К анализу вторичного митогенетического излучения (в соавторстве с Л. Д. Гурвич).— Арх. биол. наук, т. 31, вып. 1, стр. 85—87.

1932

- Die mitogenetische Strahlung der pflanzlichen und tierischen Meristeme.— Radiobiologia, N 1, fasc. 1, S. 3—6.
- Die neuen mitogenetischen Methoden.— Naturwissenschaften, H. 23, S. 522—523.
- Die mitogenetische Strahlung des markhaltigen Nerven.— Arch. ges. Physiol., Bd. 231, S. 234—237.
- Die mitogenetische Strahlung. Berlin, J. Springer Verlag, S. 1—384.
- Митогенетическое излучение. Медгиз, М., стр. 1—269.
- Die mitogenetische Strahlung und die Autokatalyse der Krebszellen (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Z. Krebsforsch., Bd. 36, H 2 und 3, S. 319—341.
- Die mitogenetische Spektralanalyse. IV Mitt. Das mitogenetische Spektrum der Nucleinsäurespaltung (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Biochem. Z., Bd. 246, S. 124—126.

Die Fortleitung des mitogenetischen Effektes in Lösungen und die Beziehungen zwischen Fermenttätigkeit und Strahlung (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— *Biochem. Z.*, Bd. 246, H. 1—3, S. 127—133.

Митогенетическое излучение и аутокатализ раковой клетки (в соавторстве с Л. Д. Гурвич).— *Арх. биол. наук*, т. 32, вып. 5—6, стр. 352—358.

Несколько слов по поводу статьи Констансова «Дрожжи как детектор митогенетического излучения».— *Арх. биол. наук*, т. 32, вып. 1, стр. 39—40.

1933

Excitants de la division cellulaire. I Congr. internat. de lutte scient. et sociale contre le cancer. Madrid, p. 3—13.

Mitogenetic radiation of nerve.— *Nature*, v. 131, N 3321, p. 912—913.

Einige Bemerkungen zum Aufsätze «On the Gurwitsch-radiation of the Eye».— *Acta Brevia Neerl.*, vol. III, N 8/9, p. 127.

1934

Die mitogenetische Durchsichtigkeit der Zellen.— *Schweiz. med. Wochenschr.*, Bd. 64, S. 681.

Analyse mitogénétique spectrale (à la collabor. L. D. Gurwitsch).— *Actualités scientifiques et industrielles*, N 150, (Ed. Hermann. Paris), p. 1—39.

Das mitogenetische Regime der Krebszelle (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— *Acta Cancrol.* (Budapest), v. I, fasc. 2, S. 3—15.

Митогенетическое излучение (в соавторстве с Л. Д. Гурвич).— М., изд-во ВИЭМ, стр. 1—355.

1935

Der gegenwärtige Stand des mitogenetischen Problems. I Congr. Ell. Rad. Biologia, p. 689—704.

Le rayonnement mitogénétique. *Ann. Inst. Pasteur*, t. 54, p. 259.

Митогенетический анализ нервного возбуждения (совместно с Л. Д. Гурвич). М., изд-во ВИЭМ, стр. 1—104.

1936

Quelques remarques à propos du memoire de M. M. Levy et Audubert.— *Protoplasma*, Bd. XXVI, H. 3.

Некоторые проблемы митогенеза.— *Арх. биол. наук*, т. 46, вып. 3.

Митогенетическая методика, ее теоретическая основа и область применения (совместно с Л. Д. Гурвич).— *Бюлл. ВИЭМ*, № 6—7, стр. 29—32.

Der Feldbegriff in seiner Anwendung auf das Problem der Zellteilung (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— *Acta Biotheor. Ser. A.*, v. II, pars 2, p. 77—92.

Die mitogenetische Sekundärstrahlung (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— *Protoplasma*, Bd. XXV, H. 1, S. 1—15.

1937

- О деградационном излучении ЦНС.— Арх. биол. наук, т. 45, вып. 2, стр. 53—57.
- Mitogenetic analysis of the excitation of the nervous system. Amsterdam. N. V. North-Holland, p. 1—114.
- Новые пути митогенетического спектрального анализа (совместно с Л. Д. Гурвич).— Бюлл. эксперим. биол. и мед., т. 4, № 6, стр. 474—477.
- Деградационное митогенетическое излучение (совместно с Л. Д. Гурвич).— Бюлл. эксперим. биол. и мед., т. 4, № 6, стр. 459—460.
- Митогенетический анализ биологии раковой клетки (совместно с Л. Д. Гурвич). М., изд-во ВИЭМ, стр. 1—78.
- Митогенетическое излучение (совместно с Л. Д. Гурвич).— Бюлл. ВИЭМ, стр. 406—411.
- L'analyse mitogénétique de la biologie de la cellule cancéreuse (à la collabor. L. D. Gurwitsch).— 2. Congr. internat. Lutte contre le cancer. Bruxelles, p. 193—202.

1938

- Обогащение ферментов за счет аминокислот (совместно с А. А. Гурвич).— Бюлл. эксп. биол. и мед., т. 5, вып. 4, стр. 311—313.
- Тушитель в раковой крови, его значение для диагностики и антитушитель (совместно с Л. Д. Гурвич).— Арх. биол. наук, т. 51, вып. 3, стр. 40—44.
- Über Anreicherung (Neubildung) von Fermenten auf Kosten von Aminosäuren (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Enzymologia, v. 5, S. 17—25.
- Über die Eigenart der Blutferment Carcinomatoser (Blutfermente und Löscher) (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Enzymologia, v. 5, S. 26—33.

1939

- Ultraviolet chemiluminescence (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Nature, v. 143, p. 1022—1023.
- Der Löscher im Krebsblut, seine diagnostische Bedeutung und der Antilöscher (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Acta medica URSS, v. 2, N 1, p. 122—126.
- Deutung der mitogenetische Strahlung als «sensibilisierte Fluoreszenz» (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Acta physicochim. URSS, v. 10, N 5, p. 719—724.
- Anregung von Polymerisationsvorgängen durch mitogenetischen Bestrahlung (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Acta physicochim. URSS, v. 10, N 5, p. 741—748.
- Полимеризация пептидов под влиянием митогенетического излучения (совместно с Л. Д. Гурвич).— Арх. биол. наук, т. 54, стр. 89—94.
- Митогенетическое излучение, рассматриваемое как «сенсibilизированная флуоресценция» (совместно с Л. Д. Гурвич и А. А. Слюсаревым).— Арх. биол. наук, т. 55, вып. 2, стр. 104—108.

1940

- О макро- и микрофотобиологии.— Физиолог. ж. СССР, т. 29, вып. 4, стр. 243—248.
- Дальнейшие исследования тушителя раковой крови и антитушителя (совместно с Л. Д. Гурвич).— Арх. биол. наук, т. 56, вып. 3, стр. 93—100.
- Beeinflussung der Aminosäuren und Entstehung einer Desaminase durch Bestrahlung (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Acta Phys. Chim., v. 13, p. 690a.
- Mitogenetische Emissionspektren von Radikalen (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Acta Phys. Chim. v, 13, N 5, p. 677—682.
- Über Löschung und Inhibition der mitogenetischen Strahlen (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Acta Phys. Chim., v. 13, N 5, p. 683—689.

1942

- Peculiarities of chain-reactions and common energy levels in living systems (in collabor. L. D. Gurwitsch).— Acta Phys. Chim., v. 16, N 5—6, p. 288.
- Energetic Balance of the appearance of mitogenetic radiation (in collabor. L. D. Gurwitsch).— Acta Phys. Chim., v. 16, N 5—6.

1943

- Двадцать лет митогенетического излучения (возникновение, дальнейшее развитие и перспективы) (совместно с Л. Д. Гурвич).— Усп. совр. биол., т. 16, вып. 3, стр. 305—334.
- The physico-chemical Basis of Mitogenetic Radiation (in collabor. J. I. Frenkel).— Trans. Farad. Soc., v. 39, p. 201—204.

1944

- Теория биологического поля. М., изд-во «Советская наука», стр. 1—155.

1945

- Митогенетическое излучение, физико-химические основы и приложения в биологии и медицине (совместно с Л. Д. Гурвич). М., Медгиз, стр. 1—283.
- Mitogenetic spectral analysis by the selective scattering method (at collabor. L. D. Gurwitsch).— Acta Physicochim., v. 20, N 5, p. 635—644.

1947

- Понятие «целого» в свете теории клеточного поля.— Сб. «Работы по митогенезу и теории биологического поля». М., изд-во АМН, стр. 141—147.
- Селективное рассеяние ультрафиолета как метод анализа химической структуры (совместно с Л. Д. Гурвич).— Сб. «Работы по митогенезу и теории биологического поля». М., изд-во АМН, стр. 20—26.

Преобладание и значение энзольной формы белков в раковой крови и ее связь с митогенетическим режимом (совместно с Л. Д. Гурвич).— Сб. «Работы по митогенезу и теории биологического поля». М., изд-во АМН, стр. 120—130.

К анализу основ митогенетического метода.— Сб. «Работы по митогенезу и теории биологического поля» (совместно с В. Ф. Еремеевым). М., изд-во АМН, стр. 5—19.

Митогенетический метод диагноза и оценки септических инфекций (совместно с М. М. Шалагиным).— Сб. «Огнестрельные ранения грудной клетки». Казань. Татгосиздат, стр. 73—85.

The formation of enzymoids (in collabor. L. D. Gurwitsch).— *Enzymologia*, v. 12, p. 139.

Une theorie du champ biologique cellulaire.— *Bibliotheca Biotheoretica*, Ser. D, V. II, Leiden, p. 1—149.

1948

Введение в учение о митогенезе (совместно с Л. Д. Гурвич). М., изд-во АМН, стр. 1—114.

1958

The problem of autocatalysis (Autoreproduction) of some cyclic compounds from lower aminoacids (in collabor. A. A. Gurwitsch).— *Enzymologia*, v. 20, Fasc. 1.

1959

Die mitogenetische Strahlung (in Kollabor. L. D. Gurwitsch).— Jena, G. Fischer. Verlag, S. 1—308.

Оглавление

Предисловие	5
Глава I. Биографический очерк	9
<i>Н. Н. Каннегисер</i>	
Глава II. А. Г. Гурвич как цитолог, гистолог и эмбриолог	74
<i>С. Я. Залкинд</i>	
Глава III. Развитие представлений о биологических полях в работах А. Г. Гурвича	91
<i>Л. В. Белоусов</i>	
Глава IV. Развитие учения о митогенетическом излучении в работах А. Г. Гурвича	139
<i>А. А. Гурвич</i>	
Глава V. Некоторые черты научной методологии А. Г. Гурвича	180
<i>А. А. Гурвич</i>	
Список опубликованных работ А. Г. Гурвича	194
<i>Е. С. Библия</i>	

*Лев Владимирович Белоусов,
Анна Александровна Гурвич,
Семен Яковлевич Залкинд,
Нина Николаевна Каннегисер*

Александр Гаврилович Гурвич

*Утверждено к печати редколлегией
научно-биографической серии
Академии наук СССР*

Редактор *В. Н. Вяземцева*
Технический редактор *Ф. М. Хенох*

Сдано в набор 15/XII 1969 г.
Подписано к печати 11/IV 1970 г.
Формат 84×108^{1/32}.
Усл. печ. л. 10,71. Уч.-изд. л. 10,6
Тираж 4200. Т-04775. Бумага № 2
Тип зак. 3359. Цена 64 коп.

Издательство «Наука»
Москва К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография издательства «Наука»
Москва Г-99, Шубинский пер., 10

А. Г. ГУРВИЧ



АЛЕКСАНДР ГАВРИЛОВИЧ
ГУРВИЧ

64 коп.



ИЗДАТЕЛЬСТВО
· НАУКА ·