

АКАДЕМИЯ НАУК СССР



Вильгельм Оствальд. 1853—1932. Родной Н. И. Соловьев Ю. И. (Нучно-биографическая серия). Изд-во «Наука», 1969 г., стр. 375.

Среди крупнейших физико-химиков конца XIX и начала XX в. видное место занимает немецкий физико-химик В. Оствальд (1853—1932). Прекрасный организатор и педагог Оствальд больше, чем кто-либо другой, содействовал развитию новых физико-химических идей. Он — автор многих сотен научных статей, рефератов и рецензий; его перу принадлежат десятки книг по химии, философии, цветоведению. В русской литературе, кроме отдельных статей, нет ни одной работы об этом крупном ученом. Авторы первой книги об Оствальде поставили своей целью дать беспристрастный анализ его многогранной деятельности. Ими использованы многочисленные труды самого Оствальда, статьи и книги, посвященные его жизни и деятельности, а также некоторые архивные материалы. Книга предназначена для широких кругов читателей.



ВИЛЬГЕЛЬМ ОСТВАЛЬД

Н. И. РОДНОЙ,
Ю. И. СОЛОВЬЕВ

ВИЛЬГЕЛЬМ
ОСТВАЛЬД

1853 — 1932



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Москва 1969

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
серии «Научно-биографическая литература»

академики: *А. Л. Яншин* (председатель), *Б. М. Кедров*;
доктора физико-математических наук: *А. Т. Григорьян*,
Я. Г. Дорфман, *И. Б. Погребысский*;
доктора технических наук: *Л. Д. Белькинд*, *С. В. Шухардин*;
доктора химических наук: *Ю. И. Соловьев*,
Н. А. Фигуровский (заместитель председателя);
доктора биологических наук: *Л. Я. Бляхер*, *А. И. Купцов*;
доктор экономических наук *Б. Г. Кузнецов*;
кандидаты технических наук:
З. К. Соколовская (ученый секретарь),
А. С. Федоров (заместитель председателя),
И. А. Федосеев, *А. А. Чеканов*;
кандидат исторических наук *Д. В. Ознобишин*

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

член-корреспондент
Академии наук Латвийской ССР
Я. П. Страдынь

«Вильгельм Оствальд своей неотъемлемой педагогической и научной деятельностью, своими удивительными литературными трудами и своим организаторским талантом в деле распространения физической химии сделал более всех других».

Я. Вант-Гофф

О Т А В Т О Р О В

Предлагаемая вниманию читателя книга посвящена жизни и деятельности Вильгельма Оствальда — знаменитого немецкого ученого, лауреата Нобелевской премии.

Личность Оствальда, ученого-естествоиспытателя и философа, многогранна и противоречива. Диапазон его интересов был необычайно широк. В своей творческой работе ученый любил прибегать к умственному «севообороту», переключаясь с одной области исследования на другую. То, что на одном этапе жизни Оствальда было побочным занятием, на другом превращалось в основное. Он принимал самое активное участие в создании нового раздела химии — физической химии, был основателем большой научной школы, предложил свою систему натурфилософии, занимался различными проблемами организации науки, проводил историко-научные исследования, разрабатывал теорию цвета и везде чувствовалась энтузиазм и увлеченность неукротимого темперамента, полная отдача душевных и умственных сил.

Ничего Оствальд не делал наполовину, ничто, пожалуй, ему не было органически так чуждо, как равнодушие. Его жизнь всегда была до краев насыщена творчеством и борьбой, которые в нем неразрывно были сплетены. Все в нем выдавало его богато одаренную натуру: его глаза, светившиеся умом, его интересное лицо, на котором лежала печать мужества и энергии.

На различных поприщах своей деятельности, столь широкой и плодотворной, Оствальд всегда был связан с большим числом людей; среди них были и соратники и противники, с которыми он много раз «скрещивал свою

шпагу». Во все свои дела Оствальд вносил неукротимый дух борца. Он выступал борцом за утверждение и признание теории электролитической диссоциации, за создание и распространение международного языка, за рациональную организацию умственного труда, вел непримиримую борьбу с религией и церковью. Как крупный деятель Оствальд содействовал развитию науки не только своими исследованиями, но и огромной организаторской работой, умением убирать с пути препятствия, мешающие прогрессу науки. Как создатель и руководитель большой научной школы, из которой вышла блестящая плеяда физико-химиков, Оствальд вдохновлял многих молодых ученых на выполнение новых изысканий и исследований. Он долгое время выступал как «индуктор» новых начинаний. Если провести историко-научное «взвешивание», положив на «весы» не только научные работы Оствальда, но и результаты его деятельности в разнообразных направлениях, то оно покажет, что Оствальд исключительно крупная фигура, которая по своей роли в развитии химии может быть поставлена значительно выше, чем это непосредственно следует из оценки его как творца науки. Но жизнь Оствальда не была сплошным триумфом, восхождением от успеха к успеху; в ней были крупные теоретические срывы и другие неудачи; далеко не все, что выходило из-под его пера, удивительно продуктивного, встречало поддержку современников и вошло в историю науки с положительной оценкой. Многие творения не только не пережили его, но уже вскоре были «забракованы» современной ему наукой... Но он имел мужество признать свои сшибки. Не во всем и не всегда Оствальд был последователен. Таким образом, жизнь Оствальда, насыщенная до отказа действием,— трудная, но благородная тема для биографов. Трудность этой темы еще усиливается тем обстоятельством, что Оствальд представляет сложную и противоречивую фигуру в истории научного познания, так как его имя принадлежит не только естествознанию, но и другим областям научного познания, куда он вошел не со столь однозначно хорошей характеристикой, как в историю науки.

В. И. Ленин говорил об Оствальде как об очень крупном химике и очень путаном философе*.

* См. В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 173.

В последние годы к личности Оствальда проявлен значительный интерес. В западноевропейской литературе появилось несколько книг, посвященных жизни и деятельности Оствальда. У нас же, кроме отдельных статей, нет ни одной книги об этом ученом.

Авторы настоящей книги — первой книги об Оствальде на русском языке, не претендуя на исчерпывающее жизнеописание ученого, старались объективно проанализировать и оценить основные моменты его многогранного творчества. С этой целью были изучены многочисленные труды самого Оствальда, статьи и книги, посвященные его жизни и деятельности, а также некоторые архивные материалы.

Авторы приносят благодарность сотрудникам музея В. Оствальда «Энергия» в Гроссботене за предоставление фотографий Оствальда, которые впервые публикуются в этой книге, а также выражают признательность проф. Н. Ф. Овчинникову и ст. науч. сотр. Д. Н. Трифонову за ценные замечания и советы при подготовке книги к печати.

ЧЕЛОВЕК

Детство. Юношеские годы

В конце 40-х годов прошлого века в пригороде Риги поселилась семья Готфрида Оствальда; его родители были выходцами из Германии. Долгое время Готфрид Оствальд жил и учительствовал в России. Оствальд скопил небольшое состояние, которое позволило ему купить в Риге дом и организовать бондарную мастерскую. Дела шли неплохо: в мастерской работало десять рабочих. Продукция мастерской приносила некоторый доход, но на большее трудно было рассчитывать: по складу своего характера Оствальд не был предпринимателем — это был темпераментный, вспыльчивый человек, страстный охотник. Его жена Анна Маргарита Эльза (до замужества Лейкель) была дочерью немецкого пекаря, семья их долгое время проживала в Москве.

2 сентября 1853 г. в семье Оствальдов родился второй сын, которого назвали Вильгельмом. Мальчик рос среди таких же ребятешек, проводя большую часть времени в играх и мальчишеских забавах. По вечерам он любил забираться на колени к матери и просил ее почитать что-нибудь вслух. К шести годам с помощью матери Вильгельм научился читать, и ватага ребят теперь часто оставалась без веселого товарища, а он, свернувшись клубочком в кресле, забыв обо всем на свете, читал одну книгу за другой, — почти все то, что приносила мать из городской библиотеки. Но наступали времена, когда Вильгельм забрасывал книги и, увлекшись новыми делами, что-нибудь мастерил за верстаком в мастерской отца. Он не

знал, что такое сонливое безделье; живой и беспокойный характер Вильгельма отличал его от младшего брата Готфрида и старшего Евгения, которые меньше причиняли забот родителям, ибо не были так темпераментны.

Вильгельм быстро схватывал и усваивал все новое. Поэтому не удивительно, что когда он сел за парту начальной школы, то быстро прослыл вундеркиндом. Мальчик шел в школу с живым интересом: каждый день приносил ему что-то новое, к нему обращались товарищи с просьбой объяснить решение трудной задачи, и он с удовольствием это делал.

Начальную школу Вильгельм закончил с хорошими отметками. По чисто случайным обстоятельствам родители определили его не в классическую, а в реальную гимназию*, и это оказало немалое влияние на дальнейшее развитие юноши.

В этой гимназии встретились две увлекающиеся натуры: педагог и ученик. Один хотел передать то, что знал, другой — впитать в себя все интересное и занимательное. В лице учителя Г. Шведера, преподававшего математику, физику и естествознание, Вильгельм нашел человека, влюбленного в свое дело. Шведер открыл перед мальчиком новый мир — мир окружающей природы. Собирающие растения, бабочек, жуков на прогулке за городом уже представлялось не просто интересным, но и поучительным. С увлечением мальчик наблюдал за опытами по физике, которые умело делал Шведер. По физике Вильгельм всегда получал хорошие отметки**. За гимназические годы Вильгельм овладел двумя иностранными языками (французский и английский) и в подлинниках читал французских и английских классиков. Из немецких поэтов ему особенно нравился Гёте. Вильгельм навсегда полюбил книгу, как умного верного друга. Вооб-

* Реальная гимназия в то время имела пять классов и выпускала своих учеников к пятнадцати-шестнадцати годам.

** Но иногда фантазер и выдумщик Вильгельм выводил из равновесия учителя. «Когда в России, в часы ученья, — вспоминал Оствальд в 1907 г., — скажешь бывало, что случилось довольно часто, какую-нибудь разительную бессмыслицу — наш учитель обыкновенно реагировал на это произносимыми исподражаемым тоном словами: «это мистицизм» (В. Оствальд. Насущная потребность. М., 1912, стр. 132—133).



В. Оствальд — гимназист (1871)

ще в своем духовном развитии книгам он был обязан больше, чем учителям.

В 11 лет Вильгельм впервые попал в театр; это посещение произвело на него огромное впечатление. Зрительные восприятия у мальчика были сильнее, чем слуховые. Вильгельма в это время начали обучать игре на скрипке. Хотя он не обладал тонким музыкальным слухом, тем не менее научился играть и участвовал в домашних концертах. В школьные годы у Оствальда появилась еще одна страсть — писательская. Он выпускал в школе рукописный журнал под названием «Юмор». Всего вышло шесть номеров этого журнала. В 11 лет ему случайно попала книга по пиротехнике, которая настолько заинтересовала его, что все свободное время он занимался приготовлением фейерверков по рецептам, рекомендуемым этой книгой. Занятия пиротехникой воспитали в нем многие навыки и приемы, которые впоследствии помогли ему стать превосходным экспериментатором.

В 12 лет Вильгельм заинтересовался фотографией. Он самостоятельно смастерил из бинокля фотографический аппарат. В 14 лет у юноши пробуждается интерес к рисованию и живописи; здесь сказалось влияние художника Швендовского, жившего по соседству. Уже на склоне лет Оствальд начал изучать теорию цвета, и не последнюю роль сыграло в этом увлечение живописью.

Итак, в детстве Вильгельм был чрезмерно увлекающейся натурой, и порой эта особенность его характера оборачивалась отрицательной стороной. Страдали школьные занятия; он нередко не выполнял заданий; отставал от программы и ему пришлось наверстывать упущенное в дополнительные два года кроме обязательных пяти лет для реальной гимназии.

Пока еще ничто не говорило о том, что в качестве своей будущей профессии Вильгельм выберет именно химию,— так широки были его интересы. Но однажды в руки юноши попала книга «Школа химии», принадлежащая перу немецкого агрохимика Штекгардта*. По этой книге гимназист проделал многие химические опыты, проходившие нередко весьма эффектно, что не могло его не увлечь. «Вся моя позднейшая деятельность в области химии,— вспоминал впоследствии Оствальд,— была заранее определена благодаря счастливой судьбе, пославшей мне в руки именно это мастерское в педагогическом отношении произведение в качестве первого руководства по химии. Благодаря здоровой непосредственности, с которой в названной книге ученик вводится в круг изучаемых фактов, и умению приспособить опыты к степени развития и понимания начинающего, я не утратил способности относиться ко всему с точки зрения, основанной на опыте, хотя и занимался впоследствии преимущественно общими вопросами науки» [1, 2].

К концу занятий в гимназии у Оствальда уже не было никаких сомнений в выборе профессии. Он решил стать химиком. Отец же хотел, чтобы он поступил в Рижский политехникум и стал инженером. Но Вильгельм

* Интересно, что почти в это же время в селе Жедрине Нижегородского уезда другой гимназист Николай Курнаков (впоследствии академик, основоположник физико-химического анализа) также с увлечением изучал «Школу химии» Штекгардта.

не соглашался с отцом, и не потому, что у него душа не лежала к технике: Вильгельма привлекало «свободное исследование в безграничном мире неизвестного» [3, т. I, стр. 70].

Специальность химика с экономической точки зрения тогда не была привлекательной, так как в России практически не существовало химической промышленности; однако Оствальд не ставил на первый план соображений экономического характера. Самое большое, на что он рассчитывал, — это стать ассистентом профессора химии в Дерпте [4].

Выбор пал на Дерптский университет не случайно. По традиции дети прибалтийских немцев, как правило, учились в этом университете, где преподавание велось на немецком языке.

Кроме этого, в Риге хорошо было известно, что преподавание химии в Дерптском университете стояло на высоком уровне.

Августовским днем 1872 г. Вильгельм собрался в путь. Провожать его вышла вся семья, пришли некоторые школьные товарищи. Как всегда в таких случаях, произносились разные напутствия, пожелания хорошо учиться и набираться мудрости. Последнее, что Вильгельм запомнил, — это печаль заплаканных глаз матери. Как было ей не плакать — из родного гнезда улетал ее любимец. Но вот повозка тронулась, и вскоре за поворотом скрылся родной дом.

По тракту Рига — Дерпт предстояло проехать около 300 километров. Горечь расставания недолго заполняла душу юноши. Путешествие его развлекало. Через несколько дней пути показался Дерпт.

В 60—70-х годах XIX в. Дерпт был вторым по экономическому и культурному значению после Риги городом Лифляндской губернии. В нем проживало более двадцати тысяч жителей, из которых основную часть (68%) составляли эстонцы.

Красиво расположенный на реке Эмайэги, Дерпт славился старинными достопримечательностями.

Древнюю и сложную историю имел этот город, который в разные годы находился под властью русских, немцев, шведов, поляков. Большие пожары не один раз почти дотла уничтожали его, но он вновь отстраивался и расширялся. В центральной части города, там, где в пер-

вой половине XIX в. было построено величественное здание университета с шестиколонным портиком, культурный слой, образовавшийся из остатков разрушенных во время многочисленных войн и пожаров построек, достигал трех метров.

В середине XIX в. Дерпт выглядел небольшим уютным университетским городком.

Вот зарисовки Дерпта, оставленные В. Вересаевым: «Город пересекается длинной, прихотливо изгибающейся горой, она называется Дохмберг (немецкое название холма Тоомяяги, на котором возникло городище древних эстонцев.— *Авт.*): на ней чудесный парк и развалины старинного немецкого собора. По обе стороны горы — город в тихих, малооживленных улицах, чистых и уютных. Река Эмба (немецкое название реки Эмайэги.— *Авт.*) отделяет городскую сторону от заречной. От города во все стороны бегут шоссе, густо обсаженные липами и ясенями, аккуратные мызы, тщательно возделанные поля... Мозгом, движущим и жизненным центром города является старинный Дерптский университет... Весь город живет университетом и для университета» [5].

Мог ли Вильгельм предполагать, приехав в Дерпт, что в этом городе он проведет восемь лет, что за это время в его жизни произойдут события, которые круто изменят его первоначальные планы. Он не ведал, что в этом городе живет девушка, которая станет его спутницей на всю жизнь и матью его детей...

Студент Дерптского университета

Итак, в возрасте 19 лет Вильгельм Оствальд поступил на физико-математический факультет Дерптского университета. В университете он узнал о существовании студенческой корпорации — буршей. С удивлением смотрел молодой человек на выходки буршей, на количество поглощаемого ими алкоголя. Вначале он был напуган этими выходками, но однажды ему пришлось наблюдать церемонию прощания одного из окончивших университет с буршами, ее поэтическая сторона на него сильно подействовала, и он готов был простить им «алкогольные эксцессы». Азартный Вильгельм сам захотел вступить в студенческую корпорацию и уже вскоре стал ее полно-



Дерптский университет в XIX в.

правным членом. С присущим ему пылом он включился в корпоративную жизнь, в которой вскоре начал играть значительную роль. Почти забыв, зачем приехал в Дерпт, юный студент отдал себя без остатка «золотой жизни бурша» и находил подлинную радость во всех проделках корпорантов.

Вскоре после вступления Оствальда в студенческую корпорацию было празднование 50-летия ее существования, в организации юбилея он принял горячее участие. Изучив архив этой организации, он выступил с речью; она имела успех на празднике, на который съехались из многих городов Германии и России бурши, окончившие в разные годы Дерптский университет.

В корпорации он стал играть роль своего рода кристаллизационного центра, вокруг него собиралась студенческая молодежь. К нему тянулись, как к остроумному собеседнику. Бурный и неукротимый темперамент Вильгельма зажигал даже прирожденных меланхоликов. Первый учебный год пролетел, как одно мгновение. Занятий Оствальд почти не посещал. Когда он приехал домой в Ригу на каникулы и чистосердечно рассказал отцу о своем времяпрепровождении, то получил от него силь-

ный нагоняй. Отец взял с него слово, что он изменит образ жизни и будет заниматься тем, ради чего приехал в Дерпт.

После возвращения в Дерпт сын свое слово сдержал и начал посещать лекции, но получал от них мало удовольствия. Тогда он решил, что наиболее верный путь приобщения к науке лежит через книги.

Срок обучения в университете был трехгодичным; за это время надо было сдать три экзамена (по пяти предметам за один экзамен).

Первый цикл предметов, которые Оствальд сдал, был следующим: экспериментальная химия, физика, минералогия, кристаллография, математика.

Хотя экзамены он выдержал успешно, но профессора, которые относились к нему хорошо, в тактичной форме указали на недостатки в его образовании.

«Я, — пишет Оствальд, — устыдился и снова сел за учебники. Вскоре передо мной открылся «научный рай», двери которого по собственной вине были долго закрыты — этим раем была химическая лаборатория» [3, т. I, стр. 92].

Преподавание химии в университете, как уже говорилось, было поставлено хорошо. Заведовал кафедрой химии профессор Карл Шмидт.

К. Шмидт родился в 1822 г. в Латвии. Сначала он хотел стать аптекарем, но ему помогли поступить в университет. Учился он в Берлине, в Гисене и Геттингене у таких ученых, как Ю. Либих, Ф. Вёлер и Г. Розе.

Шмидт работал в области аналитической и физиологической химии. Он изучал полезные ископаемые Прибалтики (горючие сланцы, торф, глины) и провел обширные аналитические исследования вод рек, озер и морей; пробы ему доставлялись различными географическими экспедициями. Ряд крупных работ Шмидта посвящен изучению влияния минеральных удобрений на свойства почв, — в этом сказывалась школа Либиха. Шмидт был неутомимым тружеником, работавшим иногда по 17—20 часов в сутки, спал он часто прямо в лаборатории.

Его работы по изучению пищеварения впоследствии были высоко оценены И. П. Павловым. Шмидт тесно сотрудничал с русскими учеными В. В. Докучаевым, Д. И. Менделеевым, Н. М. Пржевальским. В 1873 г. он



*В. Оствальд — студент
Дерптского университета (1873)*

был избран членом-корреспондентом Петербургской Академии.

К. Шмидт воспитал многочисленных учеников, успешно работавших в различных областях химии. Его ученик Г. Тамман впоследствии писал: «Своим ассистентам он предоставлял полную свободу в их научной деятельности, и в этом ему раскаяться не пришлось. Величайшее удовольствие составило для него возникновение в его лаборатории выдающихся, принадлежавших столь различным отделам химии, работ И. Лемберга, Г. Бунге, В. Оствальда, Я. Натансона, В. Рихтера, Ю. Шредера и др.» [6].

Для научной деятельности Шмидта была характерна разработка смежных проблем химии: физиологии, химии почв. Эту ценную черту своего творчества Шмидт передал и ученикам: Лемберг занимался химической геологией, Оствальд и Тамман — физической химией, Бунге — физиологической химией. Шмидт, по словам самого Оствальда, оказал на него «самое сильное влияние».

В свое время Г. Тамман, проанализировав преподавание химии в Дерптском университете, пришел к выводу, что обучение химиков в этом университете «несколько отличается от программ, проходящих в других наших, а также и заграничных университетах. Так как главными предметами здесь являются, кроме химии во всем ее научном объеме, математика и физика, то образование, даваемое студентам здешнего университета, химико-физическое, не естественное, как в других наших университетах, и не чисто химическое, даваемое заграничными университетами» [15а, стр. 5].

Университетские лекции Оствальд посещал далеко не все, ибо некоторые из них, по его словам, «погружали его в глубокий сон». Но лекции Шмидта, особенно его курс «истории химии», произвели на него большое впечатление. Ассистентом в лаборатории Шмидта был И. Лемберг — широко эрудированный педагог и ученый*. Он внимательно следил за современной химической литературой и первым в Дерптском университете ввел в педагогический процесс понятия действующей массы, скорости химической реакции, которые в то время обсуждались лишь в научных статьях. Ничего абсолютного не существует, подчеркивал Лемберг: нет реакций, идущих до конца, не существует абсолютно нерастворимых соединений и т. п.

«Лемберг с самого начала, — пишет Оствальд, — заложил во мне основы химического мышления и сделал способным к тем работам, в которых я мог осуществить

* С именем Ивана Ивановича Лемберга (1842—1902) связаны первые в России работы по синтезу щелочных алюмосиликатов (анальцит, нефелин, гидрат нефелина, названный впоследствии лембергитом, и др.), полученных преимущественно в водной среде, а также работы по превращению силикатов под влиянием различных растворов и повышенной температуры [7]. Лемберг принадлежал к пионерам «химической геологии», т. е. к тем геологам, которые широко использовали химические методы исследования для решения проблем генезиса пород.

Он считал, что для решения проблемы генезиса пород и минералов недостаточно геотектонического и петрографического изучения, а необходимо также их химическое исследование, которое состоит из анализов породы и проведения химического эксперимента для получения соответствующей породы в условиях, имитирующих природный процесс.



К. Шмидт (1822—1894)

свою долю воздействия на развитие химии, которая мне была суждена» [3, т. I, стр. 99].

И. Лемберг оказывал Оствальду особое внимание, вводя его в «новый мир измерений». Под руководством Лемберга Оствальд успешно выполнил весь цикл работ по химическому анализу, овладел приемами количественного анализа.

Вскоре Оствальд уже занялся препаративной химией. В те годы, как пишет Оствальд, «химической поваренной книги» не было, а поэтому Шмидт поручил ему ознакомиться с книгой Эрדмана о соединениях индиго и по ней изготовить соответствующие препараты.

Эта «вылазка» в органическую химию для Дерпта была необычной, там к органикам относились неодобрительно, как к представителям «химической кухни». Такое отношение к органической химии в Дерпте было в то время весьма устоявшимся, хотя она во всех университетах России, Германии, да и многих других стран, где велись исследования по химии, занимала ведущее место, и теория химического строения, созданная Бутлеровым,

получила широкое признание. Шмидт тем не менее все-таки понимал значение успехов бурно развивающейся органической химии. По совету профессора Оствальда задумался целью синтезировать индиго из препаратов изатинового ряда. Он написал письмо известному немецкому химику А. Байеру, в котором изложил свои незрелые мысли, и получил от него отрицательную оценку предложенного им плана работы. Известие о неудаче Оствальда было встречено насмешками студентов, работавших с ним в лаборатории.

Но самого Оствальда неудачная попытка начать исследования в области органической химии не обескуражила. Она лишь помогла отойти от органической химии и заняться исследованиями в ином, физико-химическом направлении.

Выпускные экзамены в университете Вильгельм Оствальд закончил сдавать в январе 1875 г. Он представил кандидатскую работу «Химическое действие массы воды» [8], за которую 26 апреля 1875 г. ему присудили степень кандидата химии, 10 мая он получил диплом, в котором, между прочим, отмечалось, что «Вильгельм Оствальд обнаружил в русском языке, именно в устном переводе с русского на немецкий, в письменном — с немецкого на русский и на коллоквиуме достаточные познания, но не проявил умения вести письменно дела на этом языке».

После окончания Дерптского университета Оствальд остался в нем на три семестра, так как считал, что его познания по физике достаточны для экзамена, но не для тех работ, которые он планировал. Оствальд начал работать в лаборатории физики у профессора А. Эттингена.

Профессор физики Артур Эттинген — широко образованный и разносторонний ученый, работавший почти во всех разделах физики, оказал заметное влияние на Оствальда. Эттинген стремился улучшить физико-математическую подготовку химиков. По воспоминаниям Г. Таммана, «Эттинген обладал выдающимся педагогическим талантом... был одним из тех физиков, которые приветствовали развитие физической химии» [9]

Первого июля 1875 г. Оствальд назначается ассистентом при физическом кабинете Эттингена, и с этого времени он полностью посвящает себя науке. Оствальд



А. Эттингер (1836—1920)

увлекся проблемой химического сродства, над решением которой упорно трудились прославленные химики XVIII и XIX веков. Это была одна из кардинальных проблем химии, ибо речь шла о том, чтобы объяснить причины химического взаимодействия веществ и найти пути количественного определения величины «химической силы». Начинаящий ученый понимал, что он берется решить очень трудную задачу, но он также сознавал, какой ждет его успех, если ему удастся продвинуться дальше других ученых в решении этой проблемы. Честолюбие не обошло Оствальда стороной, но оно в его жизни играло больше роль положительного, чем отрицательного катализатора. Он не только замечал, но и высоко ценил научные заслуги своих коллег; в ином случае он не смог бы впоследствии стать руководителем большой научной школы.

Итак, молодой ученый стал искать способы количественным путем решить проблему химического сродства.

Предметом изучения Оствальд выбрал кислоты и основания, имеющие противоположные свойства и образующие соли, в которых эти противоположные свойства

нейтрализуются. С давних пор этот объект исследования интересовал химиков. Современник Оствальда Ю. Томсен первый том своего капитального труда «Термохимические исследования» посвятил изучению тепловых явлений, имеющих место при нейтрализации кислот и оснований.

В 60—70-х годах XIX в. роли массы в химических процессах придавалось исключительное значение. В работах Берглю и Пеан де-сен-Жиля, Бекетова, Гульдберга и Вааге ярко проявилось стремление найти силу химического сродства и выразить ее так же, как и силу тяготения, через массу.

«В химии, как и в механике,— писали Гульдберг и Вааге,— наиболее естественным методом будет определение сил в их состоянии равновесия. Это значит — должно изучать те химические реакции, при которых силы, производящие новые соединения, уравниваются другими силами.

Это именно имеет место в тех химических реакциях, при которых: а) соединение и разложение могут иметь место одновременно и... б) замещение и обратное образование могут происходить одновременно» [10].

В русле этого направления начал работать и Оствальд. Ю. Томсен пользовался термохимическим методом исследования; Оствальд решил применить более простой, объемный метод. С энтузиазмом Оствальд принялся за работу и в короткие сроки добился интересных результатов.

Осенью 1877 г. Оствальд выдержал «в высшей степени удовлетворительно» экзамены на степень магистра химии и представил факультету магистерскую диссертацию на тему «Объемно-химическое изучение сродства»; отзыв о ней дал К. Шмидт. 5 ноября 1877 г. В. Оствальд блестяще защитил диссертацию на заседании физико-математического факультета, который присвоил ему единогласно степень магистра химии. В этой степени Советом университета он был утвержден 16 ноября 1877 г., и ему был выдан диплом магистра химии.

Для характеристики широты образа мышления молодого ученого приведем здесь некоторые выводы, к которым пришел автор диссертации:

1. Теплота образования химического соединения не представляет характеристику его сродства.

От имени ИМПЕРАТОРСКАГО Директорскаго Университета и съ утверждения Совета отъ 16. Апрѣля 1875 г. объявлено-математическій Факультетъ сего Университета удостоиваетъ
сказаннаго студента оного по предмету химіи:

ВИЛЬГЕЛЬМА ОСТВАЛЬДА,

по выдержаніи нѣтъ окончательнаго исчислѣнія.

СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ХИМІИ

и нѣтъ права въ претендентствѣ, которая, по существующему въ Россійской Имперіи законному составленію съ все степенныя, а именно права въ высшей классъ при поступленіи въ гражданскую службу, равно какъ права на установленный ст. 56 и. 1 и ст. 173 п. 1 устава о воинской повинности срочныя службы по стѣпеннаго воинской повинности.

Во удостоверение сего выдать сей дипломъ за подписью Декана съ приложеніемъ печати Императорскаго Факультета и подписавъ отъ имени ИМПЕРАТОРСКАГО Директорскаго Университета Ригторскія оные.

Согласно предписанію оныхъ высшествовавшихъ, что Вильгельмъ Оствальдъ оказалъ и въ Русскомъ языкѣ, а именно въ условіи перевода ст. Русскаго на Нѣмецкій языкъ, въ вѣдѣніи ономъ переводъ съ Нѣмецкаго языка на Русскій и въ условіи объясненій догматическаго письма, но не обнаружилъ способности, произвѣсти письмо на оноемъ языкѣ.

Директъ. 18. Октября 1875 г.

№ 93

Отъ имени Императорскаго Факультета:

Деканъ. Докторъ Л. Шварцъ.

(М. П.)

На ярлыки оногомъ высшествовавшихъ за Императорскіи формами: *W. Ostwald*

Ректоръ. Докторъ Г. Фомъ Оттингенъ.

Секретарь. Соупъ. А. Гейвортскій.

Дипломъ кандидата химіи

2. Вода разлагает все соли.

3. Закон постоянной валентности элементарных атом непрочен.

4. Выбор удельного веса для выражения отношений между объемом и весом — ошибочен.

5. «Новая» химия нуждается в реформе.

В возрасте 23 лет Оствальд получил звание магистра, стал приват-доцентом и начал читать курс химии. Лекции Оствальд вначале читал по написанному тексту, но потом он от этого отказался, так как убедился, что может читать лекции без конспекта, доверяя своей памяти. Число его слушателей было невелико — всего шесть человек.

Свободное от преподавательской и лабораторной работы время Оствальд отдавал музыке, встречался с друзьями, которые чаще всего собирались у молодого астронома Баклунда, работавшего позднее в Пулковской обсерватории. В музыке Оствальда интересовала теория гармонии. Им был сделан гармонический анализ всех сонат Бетховена для фортепьяно.

Примерно в это же время произошли большие перемены и в личной жизни Оствальда. Он познакомился с семьей доктора Г. Рейера. Здесь он часто проводил вечера, играл на фортепьяно и увлекал присутствующих остроумными рассказами. Присутствие очаровательной племянницы Рейера — Элен — особенно его воодушевляло. Молодой восторженной слушательнице приват-доцент говорил о своих планах и интересах. Вильгельм полюбил эту девушку и сделал ей предложение.

Они всю жизнь прожили счастливо. Оствальд посвятил «Основания неорганической химии» «своему вернейшему товарищу», как он называл свою жену, «в благодарность за верную помощь». У них было три сына (Вольфганг, Вальтер, Отто) и две дочери (Грета, Элизабет). Грета Оствальд в 1953 г. написала большую книгу о своем отце, в которой впервые опубликовала многие документы из личного архива Оствальда, характеризующие его как ученого, человека, отца [11].

После свадьбы молодожены поселились в студенческой лавочке, с грехом пополам приспособленной под семейную квартиру из двух маленьких комнат. Хотя и наступил «весенний период супружеской жизни», каждый день был заполнен работой. Утром Оствальд шел в реальное

VOLUMCHEMISCHE
UND
OPTISCH-CHEMISCHE STUDIEN.

Behufs Erlangung des Grades
eines
Doctors der Chemie
verfasst und mit Genehmigung
Einer Hochverordneten physiko-mathematischen Facultät der Kaiserlichen
Universität Dorpat
zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von
Wilhelm Ostwald,
Mag. chem.

Ordentliche Opponenten:
Dr. Joh. Lemberg. - Prof. Dr. Arth. von Gettingen. - Prof. Dr. Carl Schmidt.

Dorpat.
DRUCK VON H. LAARMANN.
1878.

Титульный лист докторской диссертации

училище, где только что начал работать учителем физики и химии, чтобы иметь дополнительный заработок. В училище он проводил занятия с учениками согласно своим «собственным идеям и требованиям». В 12 часов кончалась работа в училище, и Оствальда уже можно было видеть в университете в лаборатории, где он до вечера проводил экспериментальные исследования. Вечерние часы уходили на подготовку к лекциям, которые Оствальд читал в университете.

Через два года после защиты магистерской диссертации Оствальд с таким же успехом защитил докторскую диссертацию на тему «Объемно-химические и оптико-химические исследования» [12]. 9 декабря 1878 г. физико-математический факультет Дерптского университета присудил ему степень доктора химии.

В архиве Дерптского университета сохранилась интересная характеристика, данная В. Оствальду деканом физико-математического факультета профессором Л. Шварцем: «В качестве приват-доцента г. Оствальд читал лекции по стехиометрии и вел практические занятия по физической химии. Он всегда выполнял свои обязанности в строго научном духе. Многие члены Совета неоднократно имели случай убедиться в ясности и точности его изложения и пришли к заключению, что в лице господина доктора Оствальда университет получил ценного преподавателя» [13].

С 1 марта 1880 г. Оствальд стал работать в химическом кабинете у К. Шмидта.

В жизни Оствальда был один замечательный день, когда ему пришла в голову мысль написать учебник по общей (физической) химии. Ему было тогда 25 лет. Над этой смелой идеей молодого доцента в других университетах могли бы просто иронически посмеяться и пожать плечами (и в этом скепсисе погас бы порыв), но в Дерптском университете этого не случилось. Более того, и К. Шмидт и А. Эттинген всячески поддерживали это начинание Оствальда. С этого момента львиная доля времени молодого ученого уходила на работу в библиотеке Дерптского университета, богатые фонды которой раскрыли ему свои сокровища. Нужна была не просто отвага молодого человека, чтобы решиться сесть писать учебник в такие годы, но и огромное трудолюбие, повседневная кропотливая работа по сбору и систематизации,

научной и литературной обработке огромной массы фактов. Это была тяжелая работа, но именно она необычайно расширила кругозор и эрудицию Оствальда, что так ярко проявилось впоследствии в лекциях, которые он читал студентам Рижского политехникума и Лейпцигского университета.

Работу по подготовке учебника, который он хотел назвать «Учебник общей химии» (*Lehrbuch der allgemeinen Chemie*), в конце 1881 г. по непредвиденным обстоятельствам Оствальду пришлось прервать. Осенью этого года к Шмидту обратилось руководство Рижского политехникума с просьбой рекомендовать кого-либо из его учеников на вакантную кафедру теоретической химии, — умер заведующий этой кафедрой профессор Ф. Вебер. Шмидт назвал имя Оствальда. В письме на имя директора Рижского политехникума К. Шмидт пророчески заметил, что Оствальд «будет звездой первой величины в пограничной области между физикой и химией, области, которую он разрабатывает с удивительной основательностью и полнотой» [14].

К. Шмидт писал, что Оствальд построен из той же комбинации $C-H-N-O-S-P$ (т. е. всех органогенных элементов. — *Авт.*), которая определила гениальность Бунзена, Кирхгофа и Гельмгольца. П. Вальден, приводя эту характеристику Оствальда, оспаривает ее. Он отмечает, что наиболее сильной стороной деятельности Оствальда была не область экспериментальных исследований, а их организация, обобщение химического материала в учебниках. Поэтому скорее можно сказать, что Оствальд соединил в себе известные черты Ал. Гумбольдта и Ю. Либиха.

Получив официальное приглашение занять кафедру химии в Рижском политехникуме, Оствальд принял это предложение и стал готовиться к отъезду.

На этом закончилась его работа в *alma mater* и началась новая плодотворная научная и педагогическая деятельность в Рижском политехникуме*.

* Рижский политехникум, основанный в 1862 г., был первым политехническим учебным заведением в России [15]. Из его стен вышло немало высококвалифицированных специалистов в области технических наук. Первыми преподавателями химии в политехникуме были профессора А. Теплер и Ф. Вебер. Последнему при-

Профессор Рижского политехникума

В январе 1882 г. В. Оствальд вновь оказался в своем родном городе — Риге, где прошли его юношеские годы. Вернулся он уже профессором. Ему было 28 лет. Он занял почетное место профессора Рижского политехникума.

Уже первые лекции молодого профессора произвели сильное впечатление на студентов и преподавателей. Ясное, доступное изложение, великолепно поставленные демонстрационные опыты, искренняя увлеченность наукой, высокая культура — все это быстро оценила учащаяся молодежь. Лекции Оствальда приобрели в политехникуме большую популярность. Интерес к химии у студентов повышался из года в год. В 1882 г., когда Оствальд начал свои лекции, студентов-химиков в политехникуме было 120 человек, а к 1887 г. их насчитывалось уже 300 человек.

В процессе подготовки специалистов Оствальд придавал огромное значение (кроме обычного практикума) самостоятельной работе студентов в химической лаборатории по какой-либо научной теме. Чтобы дать возможность студентам проводить такие работы, Оствальд в 1884 г. поднимает вопрос об устройстве новой обширной химической лаборатории, которая и была открыта в 1885 г.

В. Оствальд изменил характер «дипломных исследований» студентов. После окончания лабораторных занятий по аналитической и препаративной химии профессор давал студенту-химику самостоятельную научную тему для экспериментального исследования в области физической, неорганической или аналитической химии. По окончании этой работы представлялись отчеты — диссертации, служившие одним из главных условий для получения диплома.

По словам П. И. Вальдена, «пример и деятельность Оствальда одинаково воодушевляли студентов и ассистентов, его обширный научный кругозор, его светлая и неутомимая личность приложили навсегда свою печать к характеру химической лаборатории Рижского политехникума» [15а, стр. 6].

надлежит заслуга организации новой химической лаборатории (1869). Вебер занимался в политехникуме подготовкой химиков-аналитиков.

Уже вскоре после переезда в Ригу Оствальд возобновил работу, связанную с подготовкой учебника общей химии. Первый том вышел в начале 1885 г. в Лейпциге*. Это был для своего времени наиболее полный учебник по общей химии, фиксирующий внимание студентов на новом направлении развития химии — физической химии. Кроме чтения курса химии и руководства практикумом, Оствальд в химической лаборатории политехникума проводил физико-химические исследования. Продолжая начатые еще в Дерпте работы по изучению химического сродства, Оствальд в 1881—1884 гг. опубликовал серию работ под общим названием «Изучение химической динамики». В этих исследованиях на первый план выдвигались проблемы химической кинетики и катализа на примере изучения влияния кислот и оснований на скорость реакции.

Еще в Дерптском университете проявились большие способности Оствальда к постановке эксперимента, к умению подготовить нужный прибор для научных целей. В Риге, а впоследствии и в Лейпциге, эта черта в творчестве Оствальда еще больше развилась. Он очень любил сам мастерить тот или иной прибор, который ему требовался для работы. Так, в Риге он сконструировал пикнометр, газовую печь, вискозиметр, толуоловый терморегулятор — приборы, многие из которых затем прочно вошли в лабораторную практику. Он не только сам мастерил, но и учил это делать своих многочисленных учеников. При этом он говорил, что мало придумать и изготовить тот или иной прибор, нужно научиться «выжимать» из прибора все возможное. Однажды в Стокгольме, посетив музей Берцелиуса, Оствальд внимательно рассмотрел весьма простые аналитические весы Берцелиуса, с помощью которых были определены атомные веса многих химических элементов. «Мне стало необыкновенно ясно, — вспоминал потом Оствальд, — как мало зависит от прибора и как много — от человека, который перед ним сидит» [3, т. I, стр. 222].

В 1884 г. в научной жизни Оствальда произошло событие, которое оказало немалое влияние на его дальней-

* Книге В. Оствальд предпослал посвящение «глубокоуважаемым учителям, профессорам Дерптского университета К. Шмидту и А. Эттингену в знак сердечной благодарности от автора».

шую судьбу. 4 июня 1884 г., вернувшись из лаборатории домой, Оствальд, как обычно, сел за письменный стол, чтобы просмотреть научную литературу, написать письма коллегам. На столе он увидел небольшой пакет из Стокгольма. Он уже привык получать оттиски и опубликованные диссертации молодых ученых; на этот раз совершенно неизвестный ему молодой доктор из Швеции прислал свои «Исследования по электропроводности электролитов». Тема была не нова. В библиотеке у Оствальда имелись труды И. Гитторфа, Ф. Кольрауша, Р. Ленца, Г. Видемана по этому же вопросу. Без особого интереса Оствальд стал листать присланную брошюру. Но вот ему на глаза попались выводы автора во второй (теоретической) части работы. Оствальд с вниманием и интересом прочитал, что «коэффициент активности электролита указывает на фактически имеющееся в растворе число ионов, отнесенное к тому числу ионов, которое было бы в растворе, в случае, если электролит полностью расщеплен на простые электролитические молекулы».

Доказывалось, что «при незначительных разбавлениях количество расщепленной соли приблизительно пропорционально корню квадратному из количества взятой для раствора воды». Этот вывод привлек внимание Оствальда и, как мы увидим далее, его развитию он посвятил одну из своих важных работ по теории растворов. Чем дальше читал Оствальд, тем больше удивлялся оригинальности и смелости выводов автора.

Особый интерес у Оствальда вызвало заключение автора о том, что для кислот и оснований существует полная пропорциональность между коэффициентом химической активности этих веществ и их электропроводностью. Кислоты и основания, будучи хорошими проводниками электричества, являются вместе с тем и весьма реакционноспособными. Различие в энергии, например, кислот и оснований, выражающееся в количестве основания или кислоты, нейтрализованных при определенных условиях, зависит только от различия в количестве активных частиц этих веществ в растворе: чем больше этих частиц, тем энергичнее кислота (или основание). Энергия же каждой активной частицы разных кислот одна и та же, как и их электропроводность, и не зависит от природы соединения. Поэтому электропроводность может служить мерой химической активности. Это положение взволнова-

ло Оствальда, ибо он узнал, что научная проблема, над которой он бился несколько лет, изящно и просто решена другим ученым. Надо отдать должное Оствальду, — успехи других ученых его радовали. Так было и на этот раз. Хотя он прекрасно видел, что работа никому не известного Сванте Аррениуса [16] изменила его научные планы, ибо в ней нашли решение те вопросы, которыми он хотел заниматься в своих последующих работах, Оствальд ясно понял, что работа Аррениуса открывает новую страницу в истории физической химии. Впоследствии Оствальд вспоминал: «Я никогда в жизни не забуду того дня, когда я впервые узнал имя Аррениуса. В этот день — это было в июне 1884 г. — у меня одновременно появились: жестокая зубная боль, новорожденная дочка и статья Аррениуса под заглавием: «Исследования по электропроводности электролитов». Это было слишком много, чтобы сразу со всем справиться, и у меня была лихорадочная ночь и дурные сны... Статья причиняла мне головную боль и вызвала не одну бессонную ночь, что для меня тогда было большой редкостью. То, что было написано в работе, настолько было отлично от привычного и известного, что я сначала был склонен все в целом принять за бессмыслицу. Но затем я встретил несколько вычислений, очевидно очень молодого автора, которые касались величин сродства кислот и привели его к результатам, хорошо совпадавшим с теми, к которым я пришел совсем другим путем. И, наконец, я мог убедиться в том, что большая проблема сродства между кислотами и основаниями, которой я предполагал посвятить почти всю жизнь, была решена» [3, т. I, стр. 216].

В августе 1884 г., после ознакомления с докторской диссертацией С. Аррениуса, Оствальд решил поехать в Швецию и лично познакомиться с молодым ученым — автором смелой и оригинальной идеи о самопроизвольной диссоциации электролита на ионы в растворе.

«В первый вечер в Упсале, — вспоминал Аррениус, — мы пили знаменитый шведский пунш, и на Оствальда в почтительном отдалении благоговейно смотрели студенты, оставшиеся на каникулы в университетском городе — все, конечно, вскоре узнали, кто был моложавый белокурый иностранец с тонкими чертами лица» [17, стр. 5].

В эти дни Оствальд с Аррениусом совершили несколько поездок в окрестности Упсалы. Во время прогулок они

беседовали о дальнейшем развитии науки. «Я хорошо помню, что в нас возбуждали большой интерес исследования Рауля над понижением упругости пара. Однако мы поняли это в полной мере лишь позднее, после того как Вант-Гофф изложил эту главу с таким мастерством. Мы в широких чертах намечали себе контуры наших будущих работ. Многие сложились иначе, чем мы себе представляли, но я должен сказать, что действительность оказалась много лучше тех предположений, какие мы тогда строили» [17, стр. 6]. Знакомство с Оствальдом сыграло большую роль в дальнейшей научной деятельности Аррениуса.

Через два года после встречи с Оствальдом в Упсале Аррениус поехал в заграничную командировку и прежде всего направился к Оствальду в Ригу.

Перед этим в одном из своих писем к Оствальду он просил его разрешения провести экспериментальные исследования в лаборатории Рижского политехникума. В скором времени Аррениус получил следующий ответ В. Оствальда:

«Дорогой доктор!

Я буду очень рад, если Вы приедете к Новому году; это время меня очень устраивает, так как я тогда уже закончу первую часть второго тома моей книги («Учебник общей химии») и смогу заняться экспериментальной работой...

Я только что закончил большую статью, для которой определил электропроводность 120 кислот, я произвел около 2000 опытов; как только она будет напечатана, я пришлю Вам экземпляр. Получилось много приложений к химическим вопросам, и влияние разбавления следует все тем же законам» [18].

В другом письме к С. Аррениусу от 3 февраля 1886 г. В. Оствальд писал:

«Дорогой друг!

...Я чрезвычайно радуюсь нашей совместной работе. Какие приборы Вам нужны? Было бы хорошо, если бы Вы вскоре мне это сообщили, чтобы я мог добыть то, чего недостает...

Над нашими исследованиями я мог работать лишь очень мало, так как почти все мое свободное время уходило на книгу. Первая половина второго тома («Термохимия») только что кончена в рукописи и еще до пасхи

появится в печати. Последнюю часть я собираюсь закончить в течение лета и радуюсь тому, что о многом, к ней относящемся, можно будет переговорить с Вами; туда должна войти химическая механика» [18].

В Риге Аррениус совместно с Оствальдом и самостоятельно провел ряд работ по изучению электропроводности растворов.

«Дело,— по словам Аррениуса,— очень быстро шло вперед. Методы работы, как обычно в новых областях, были весьма просты... Вообще в Политехникуме работали очень усердно, рассеивающих моментов было очень мало, всем сообщалась радость работы, одушевлявшая Оствальда. Лишь в одном пункте мы втайне не подчинились уважаемому руководителю лаборатории: он ненавидел табак, тогда как все студенты курили в лаборатории сигареты, что было строжайше запрещено. Когда входил шеф, все сигареты летели в ящики, а студенты пускали немного сероводорода или иного сильно пахнущего газа, чтобы заглушить табачный дым. Однако, несмотря на все уловки, некоторые грешники оказывались пойманными и их без сожаления передавали лабораторной полиции, которая взыскивала соответствующий денежный штраф. «Я, серьезно, не знал ни одного сколько-нибудь выдающегося химика, который бы курил»,— говорил Оствальд... Однажды случилось так, что Оствальд некоторое время не мог приходить в лабораторию, где я работал в отдельной комнате. Я воспользовался отсутствием шефа и нет-нет освежался сигарой. Когда он снова появился, он проворчал: «Вы дымите, как паровоз», но я не был передан строгой лабораторной полиции. Кстати, я был единственным иностранцем, приехавшим в лабораторию Оствальда для чисто научной работы» [17, стр. 10—11].

Впоследствии, вспоминая о работе в Риге, Аррениус писал П. И. Вальдену: «В памятных мне и любимых лабораториях политехникума... вместе с Оствальдом производил исследования, которые остались моими любимыми духовными детьми... Весной 1886 г. я пережил много радостных минут и примерно и счастливо работал... Пусть успех всегда сопутствует Рижскому политехникуму, пусть он воспитывает многих деятелей, которые сумеют поднять и использовать огромные богатства России. Пусть научный ореол, сияющий над Вашей высшей школой благодаря работе столь многих выдающихся ученых,

засияет в последующие столетия еще ярче над Вашим родным городом, над старыми Балтийскими провинциями и над всей Россией» [19].

Летом 1886 г. вместе с Аррениусом Оствальд из Риги поехал в Берлин, где вскоре на съезде естествоиспытателей сделал доклад о пропорциональности между скоростью реакций и электропроводностью растворов.

Эти доклады и опубликованные экспериментальные работы показали, что в Риге Оствальд вырос в крупного физико-химика, имя которого было уже известно многим ученым различных стран. В рижский период проявилось неиссякаемое трудолюбие Оствальда, его умение распределять время между лабораторией и письменным столом.

В. Оствальд прекрасно понимал, что для успешной организации и пропаганды новых физико-химических теорий, для консолидации научных сил необходимо создать новый журнал, новые учебные руководства различного назначения (от средних школ до университетов).

Он с завидной энергией берется за выполнение этих планов.

В 1886—1887 гг. Оствальд провел большую подготовительную работу по изданию нового «Журнала физической химии» (*Zeitschrift für physikalische Chemie*), сыгравшего огромную роль в развитии современной физической химии.

Издание фундаментального двухтомного учебника по общей химии и организация нового журнала по физической химии закрепили за Оствальдом первое место как организатора и главы нового направления в развитии химии.

Весной 1887 г. Оствальд получил от министра просвещения Саксонии приглашение занять кафедру химии в Лейпцигском университете. Он принял это приглашение, хотя и не без некоторых колебаний. После встречи с Аррениусом в Упсале (и особенно после их совместной работы в Риге) у Оствальда окончательно сложилось убеждение в правильности выбранного им физико-химического направления исследований. Замыслы и планы Оствальда, связанные с развитием нового направления в химии, были большие, но выполнение их в Риге вряд ли можно было осуществить. Правда, Рига была его родным городом, там жили его отец и мать. В политехникуме он занимал видное место. В его лабораторию стекалась та-

лантливая молодежь. Расстаться со всем этим было нелегко. И тем не менее он решил переехать в Лейпциг, где нужно было многое начинать сначала. Оствальд понимал, что Лейпциг — это известный европейский город, Лейпцигский университет имеет большую и давнюю историю. Занять кафедру в таком университете было весьма почетно и перспектива развернуть научные исследования была здесь гораздо шире, чем в Рижском политехникуме.

Итак, его путь лежал в Германию, в которой незадолго до этого произошли крупные экономические и политические события.

К 70-м годам XIX в. произошло объединение отдельных немецких государств в единое германское государство. Примерно в эти же годы завершается превращение аграрной Германии в промышленную страну. Протекционистская политика «железного канцлера» Бисмарка, победа Германии в войне с Францией 1870 г. ускорили темпы промышленного развития. Немецкому капитализму, вышедшему на мировую арену значительно позже капитализма Англии, Франции и ряда других стран, для успешной конкурентной борьбы с ними на мировых рынках надо было использовать в большей мере все то, что могло дать ему преимущество в этой борьбе, обеспечить его победу. В силу указанных причин в Германии широко использовались достижения науки и техники, развивалось техническое образование, учреждалась сеть высших специальных учебных заведений, лабораторий, испытательных и опытных станций, так что в техническом отношении к концу XIX в. Германия обогнала другие европейские страны.

Большое развитие в Германии получили отрасли промышленности, технический уровень которых в значительной мере зависит от успехов химической науки. Здесь в первую очередь следует назвать металлургическую промышленность, которая начинает быстро развиваться с 60-х годов прошлого столетия; к 1900 г. Германия по производству чугуна и стали оставляет позади себя Англию и занимает второе место в мире за США. За сорок лет (1860—1900 гг.) производство чугуна в Германии увеличилось в 16 раз. Огромные успехи в эти годы сделала немецкая сталеплавильная промышленность.

С разработкой естественных богатств Германии возникла и получила большое развитие крупная химиче-

ская промышленность, которая заняла к концу XIX столетия по производительности третье место после горно-металлургической и текстильной промышленности.

Большой рост химической индустрии (изготовление красок, взрывчатых веществ, фармацевтических продуктов, минеральных кислот, удобрений, солей и т. п.) и значительное проникновение химии в другие отрасли промышленности во многом зависели от развития химической науки и организации подготовки химиков, умеющих творчески работать в промышленности и в научных лабораториях.

Не случайно, начиная с 70-х годов XIX в. вопросы подготовки химиков широко обсуждались в Германии.

Организатор и руководитель Лейпцигского физико-химического института

В августе 1887 г. В. Оствальд вместе с семьей переехал на постоянное жительство в Лейпциг. Здесь он как руководитель кафедры химии Лейпцигского университета начал свой новый, наиболее плодотворный период научной и педагогической деятельности.

Первое впечатление о Лейпцигском университете было не особенно приятным. Профессура встретила своего нового коллегу весьма сдержанно*; осмотр темных и грязных помещений химической лаборатории университета также не очень обрадовал Оствальда. Невольно вспомнились светлые большие комнаты химической лаборатории Рижского политехникума. Да, предстояло многое начинать сначала и уже без участия и содействия со стороны дерптских и рижских друзей. Наоборот, Оствальд понял, что здесь ему придется преодолевать скрытое и явное сопротивление со стороны определенной части ученых Лейпцигского университета.

Первый год работы в Лейпцигском университете ушел на устройство, ознакомление и некоторую реорганизацию кафедры химии. По словам английского химика Доннана: «Пост профессора в Лейпциге не был усеян

* В. Оствальд был приглашен профессором химии Лейпцигского университета министерством без согласия Совета университета; это было воспринято частью профессуры недоброжелательно.



*В. Оствальд —
профессор Лейпцигского университета
(1887)*

альми розами». В университете далеко не все отнеслись доброжелательно к «русскому»* профессору из Риги. Поэтому стремление Оствальда изменить преподавание химии и лабораторный практикум наталкивалось на затруднения.

Если благожелательный «климат» Дерпта позволил молодому ученому подняться на ноги, свобода в Риге дала возможность Оствальду вырасти в крупного ученого, то в недоброжелательном «климате» Лейпцига закалился характер ученого как темпераментного борца за новое дело, как инициатора и выдающегося организатора научных исследований, замечательного педагога и воспитателя большой научной школы.

Дочь Оствальда Грета Оствальд писала: «Что может хорошего явиться из России? — было предвзятое мнение большинства членов философского факультета, для которых Рига была русским городом. Этот молодой «русский» профессор был, так сказать, «привит» им министерством; но если он даже и имел в университете таких сильных сторонников, как Вильгельм Вундт, Иоганн Вислиценус и Карл Людвиг, все же он был неприемлемым посторонним, которому не следовало давать воли. Хотя такая настроенность быстро исчезала под влиянием сияющего, увлеченного своей наукой, простодушно-откровенного балтийца, — однако это чувство оставалось активным у некоторых сослуживцев и проявило себя уже в 1915 г. в открытом выступлении против подозрительного «русского» [11, стр. 44].

Осенью 1887 г. студенты Лейпцигского университета впервые встретились с новым профессором. Прежде всего их внимание привлекла к себе импозантная внешность Оствальда: совершенно седые волосы, белый высокий лоб, огненно-рыжая борода, и главное — живые выразительные глаза профессора и воодушевление, с которым он читал лекцию.

Курс общей химии Оствальда в Лейпцигском университете открылся его блестящей по форме и содержанию вступительной лекцией: «Энергия и ее превращения». Отмечая большое значение физической химии как пограничной науки, развитию которой он хотел посвятить свои силы, Оствальд сказал: «пограничные области

* Немецкое подданство В. Оствальд принял в 1888 г.

захватывают не только, как можно было бы подумать на основании их названия, вопросы и задачи, стоящие до некоторой степени в стороне от центрального ядра данной науки, но, напротив, они-то и представляют по большей части поле для решения общих и важнейших проблем... Надежда на решение подобных проблем при исследованиях в таких пограничных областях тем больше, чем многочисленнее и разнообразнее вспомогательные средства, заимствуемые из обеих наук» [20а стр. 7].

Между химией и физикой, по мнению Оствальда, не всегда можно строго провести границу, ибо есть пограничная область, которой с одинаковым успехом занимаются и химики, и физики.

В историческом плане Оствальд нарисовал картину развития учения о химическом средстве — как об одном из самых важных разделов физической химии, отметив при этом значение различных гипотез — этих, по его словам, «неоценимых пособниц изучения и исследования».

Говоря о судьбах развития учения о химическом средстве в XVIII в. и в 60—80-е годы XIX в., Оствальд прибегает к такому образному сравнению: «Подобно тому, как в известной легенде давно павшие воины вновь пробуждаются к жизни среди ночной тиши, чтобы продолжить нерешенную битву, так обе названные теории (теории химического средства Бергмана и Бертолле.— *Авт.*) на наших глазах опять вступают в борьбу друг с другом после долгого состояния оцепенения. Правда, оружие их уже не то: теория Бертолле облеклась в панцирь математических формул, тогда как теорию Бергмана приходится защищать тяжелым вооружением термохимии» [20б, стр. 23].

В. Оствальд закончил свою лекцию словами: «...как вместе с познанием того, что химические тела образуются только в силу превращений вечной, весомой материи, явилось открытие законов, определяющих отношение масс в химических соединениях, так с познанием того, что химические явления обусловлены превращениями вечной энергии, явилось понятие о законах химического средства... Один из величайших мастеров химии характеризовал эту науку следующими словами: девяносто девять процентов ремесла и один процент философии... Вам, учащимся сотоварищам, собирающимся работать

вместе со мною, для преодоления трудного ремесла должны эти слова служить напоминанием к тому, чтобы из-за ремесла и даваемого им куска хлеба никогда не забывать той драгоценной сотой доли!» [20а, стр. 14].

В. Оствальд изменил старые традиции преподавания химии. Он стремился начать подготовку специалистов нового, физико-химического профиля. С осени 1888 г. он коренным образом изменил работу химической лаборатории, поставив во главу угла самостоятельные физико-химические исследования практикантов.

Лейпцигская физико-химическая лаборатория размещалась в помещении сельскохозяйственной лаборатории и представляла весьма невзрачное помещение из нескольких комнат, без какого-либо специального оборудования.

Профессору предстояло разработать новую программу исследований и снабдить лабораторию самыми необходимыми приборами для физико-химических работ. Измерительные приборы Оствальд, как правило, создавал из самых обыденных материалов: пробки, картона, стекла, графита, сургуча и клея. Поступал он так потому, что, по его мнению, с помощью примитивного прибора можно произвести грубые измерения, достаточные, однако, для того, чтобы выявить основные закономерности. При этом он часто ссылался на Фарадея, который открыл законы электролиза, пользуясь самыми простыми приспособлениями.

С другой стороны, за время «картонного возраста» легко усовершенствовать прибор, заменяя одни детали другими. В прибор же, изготовленный из стали и латуни, уже не так легко внести то или иное изменение*. «Научные приборы имеют также свою историю развития, как и живые существа. Целый ряд недостаточно приспособленных форм погибает, пока один из них в победоносной

* Такой же точки зрения придерживались Фарадей и Гельмгольц. «Я привык,— говорил Гельмгольц,— и считаю эту привычку очень полезной, когда вступаю на совершенно новый путь исследования, строить предварительные модели приборов; хотя они были ломкие и из плохого материала (из пробок, сургуча, проволоки, катушек.— *Авт.*), но позволяли обнаружить первые следы ожидаемого явления и установить главные препятствия в его изучении» [21].

борьбе за существование не добьется права на долгое бытие», — писал Оствальд [21, стр. 7].

В любви Оствальда строить приборы «из картона и пробки» проявились его чисто личные привычки, родившиеся еще в юношеские годы. «Изготовление аппаратов своими средствами вызывалось не столько внешней необходимостью, сколько привычкой, сохранившейся у меня от времени ранней молодости, — вспоминал он, — когда я все мои научные страсти должен был удовлетворять при минимальных материальных затратах» [22, стр. 97].

В 1888 г. по совету Аррениуса Оствальд пригласил Вальтера Нернста в качестве ассистента. Оба они начали с большим успехом «возделывать поле физической химии».

С 1888 г. Лейпцигская физико-химическая лаборатория стала основным центром развития теории электролитической диссоциации Аррениуса и осмотической теории растворов Вант-Гоффа. Оствальд самостоятельно проводил большую работу по изучению электропроводности кислот; Нернст исследовал электродвижущие силы гальванических элементов; Бекман испытывал наиболее целесообразную конструкцию точных термометров для определения молекулярного веса растворенных веществ методом криоскопии и эбулиоскопии.

В летний семестр 1889 г. у Оствальда работал сам автор теории электролитической диссоциации. «Если где-либо вообще царила радость труда в величайшей мере, так это было здесь», — писал он впоследствии [17, стр. 17].

У Оствальда в Лейпциге он изучал влияние нейтральных солей на инверсию тростникового сахара. Результатом этой работы явилась знаменитая в истории химической кинетики статья Аррениуса, в которой впервые было введено понятие об «активных молекулах».

Горячий сторонник новых теорий, Оствальд активно вербовал союзников в борьбе за новые воззрения. Своим ученикам и коллегам Оствальд часто говорил, что им «выпало счастье обрабатывать девственное поле, и всюду можно ждать богатой жатвы». Подобно тому, как в двадцатых годах XIX века в лабораторию к Юстусу Либиху в маленьком городке Гисене стекались ученики со всех концов Европы, так, в последней четверти того же столе-

тия, в Лейпцигской лаборатории Оствальда работали химики со всех концов мира.

После короткого летнего отдыха Оствальд буквально набрасывался на работу. Он то читал лекции или популярные доклады, то сидел до утра в кабинете над очередным изданием учебника, то в лаборатории обсуждал новые темы работ. Я никогда не мог понять, как Оствальд успевает все сделать», — говорил Аррениус своим друзьям.

За 1887—1906 гг. из лаборатории Оствальда вышло более 60 ученых, которые как профессора стали руководителями кафедр и лабораторий в различных странах.

В 1889 г. Оствальд основал знаменитую, широко задуманную серию «Классики точных наук» (Klassiker der exakten Wissenschaften). Основание этой серии — крупная заслуга Оствальда. «Классики науки» значительно содействовали распространению и популяризации трудов великих ученых, имена которых как верстовые столбы отмечали путь развития науки*.

Начав такое крупное дело, Оствальд уже вскоре понял, что одному ему с ним не справиться. Поэтому он стал искать человека, который смог бы продолжить им начатое. К счастью для Оствальда и для серии, такой человек нашелся — им оказался не кто иной, как профессор А. Эттинген — учитель Оствальда.

В 1893 г., закончив 30-летнюю учебную и научную деятельность в Дерптском университете, А. Эттинген вышел в отставку и, по-видимому, после приглашения Оствальда, переехал в Лейпциг. Здесь он по просьбе Оствальда занялся подготовкой и изданием очередных выпусков «Классиков науки». Участие Эттингена в издании этой серии помогло поднять ее на высокий научный уровень**.

В начале 90-х годов Оствальд особенно отчетливо понял, что наступило то время, когда для решения научных

* В 1966 г. вышел 250-й выпуск «Классиков науки», в котором опубликованы работы по химическому средству самого основателя этой серии.

** После смерти А. Эттингена в 1920 г. Оствальд написал некролог, в котором обрисовал жизненный путь и разностороннюю научную, педагогическую и издательскую деятельность своего учителя и друга [23].

проблем нужен большой коллектив сотрудников. Любимым девизом Оствальда, так же как в свое время Либиха, были слова: «Чтобы строить большой дом, нужно много работников». Вот почему они стремились создать большие исследовательские школы химиков, объединенные духом интернационализма в науке, ибо без общих усилий коллективного ума уже не мыслился быстрый научный и технический прогресс. Что требовалось для воплощения в жизнь новых форм организации исследовательских работ? Оствальд на этот вопрос отвечал определенно и четко. Нужно организовать новые научно-технические общества и строить новые профилированные научно-исследовательские институты с хорошим оборудованием и специально подобранным штатом высококвалифицированных сотрудников*.

21 апреля 1894 г. в Касселе было организовано Немецкое электрохимическое общество, объединившее 65 ученых и инженеров. Основная инициатива в организации общества принадлежала В. Оствальду, А. Вилке, В. Нернсту и М. Леблану. Президентом общества был избран Оствальд. К первому годовому собранию, состоявшемуся в октябре 1894 г. в Берлине, число членов общества выросло уже до 271. Оствальд выступил на этом собрании с докладом о жизни и научной деятельности немецкого электрохимика начала XIX в. И. Риттера.

Новое общество в качестве своего печатного органа использовало выходящий «Журнал электротехники и электрохимии» (*Zeitschrift für Elektrotechnik und Elektrochemie*), который с октября 1894 г. разделился на две части: электрохимическую («Журнал электрохимического общества») и электротехническую. В течение двух лет первую часть журнала редактировали Оствальд и Боркерс.

Деятельность электрохимического общества послужила дополнительным стимулом к развертыванию теоретических

* Идея создания профилированных институтов для глубокой и всесторонней разработки отдельных, наиболее актуальных проблем химии получила поддержку и уже вскоре нашла конкретную реализацию. В 1896 г. в Геттингене был построен физико-химический институт для В. Нернста; через два года был открыт физико-химический институт Оствальда в Лейпциге.

В 1903 г. в Геттингене был построен новый институт, руководителем которого стал Г. Тамман.

и прикладных работ по электрохимии. Вслед за созданием общества в ряде высших школ Германии были учреждены кафедры электрохимии.

В 1898 г. Оствальд, перегруженный работой в своем Институте, отказался от поста президента электрохимического общества; в 1899 г. его, как организатора и руководителя этого общества, выбрали почетным членом.

В. Оствальд использовал трибуну общества — он неоднократно выступал на форумах общества с докладами*. Основные из них: «Теоретическая электрохимия настоящего и техническая электрохимия будущего» (1894); «О электродвижущей силе в вольтовой цепи» (1895); «О научном и техническом образовании» (1897); «Инженерная наука и химия» (1903). На VIII собрании общества, состоявшемся в 1901 г. во Фрейбурге, Оствальд выступил с докладом о Бунзене как о выдающемся физико-химике. По словам Оствальда, имя Бунзена должно быть знаменем всех работающих в области физической химии. После анализа его мировоззрения и научной деятельности Оствальд охарактеризовал развитие физической химии в конце XIX в. и обрисовал ее черты в будущем. Он отметил большую роль, которую в этом развитии играет электрохимическое общество, представляющее собой организационный центр, обеспечивающий тесный контакт между наукой и техникой.

В 1902 г. на общем собрании общества в Нюрнберге было принято решение о его переименовании в «Немецкое Бунзеновское общество прикладной физической химии»**.

* На заседаниях Общества немецких естествоиспытателей и врачей Оствальд сделал доклады на тему: «Старое и новое в химии» (1890) и «О развитии физической химии в последние годы» (1891). Ряд его выступлений был посвящен научной деятельности различных ученых: И. Риттера (1894), Э. Митчерлиха (1894), Ф. Штомана (1897), Г. Видемана (1899), Я. Вант-Гоффа (1899), И. Вислиценуса (1903). Все эти, как и некоторые другие доклады, Оствальд в 1904 г. издал в отдельном сборнике [24], который посвятил своему другу В. Рамзаю.

** Это общество издавало «Журнал электрохимии и прикладной физической химии» (Zeitschrift für Elektrochemie und angewandte physikalische Chemie).

В сентябре 1953 г. в Гамбурге на «день химика» собралось около 2500 химиков. Было много представителей от химических обществ различных стран. 16 сентября в Гамбургском мюзик-холле состоялось торжественное заседание, посвященное памяти

В начале 90-х годов Оствальд с присущей ему активностью и энергией поднимает вопрос о строительстве нового специализированного физико-химического института. Оствальду была выделена значительная сумма денег (365 000 марок) на постройку нового института, план которого был создан самим ученым.

2 января 1892 г. Оствальд не без гордости писал Аррениусу: «Через 3—4 года ты сможешь посетить меня в новом институте. Я должен сказать, что постройка нового института меня очень радует, поскольку я надеюсь, что она будет служить образцом для других будущих физико-химических институтов» [18].

Но пока шла длительная подготовка к строительству нового института, в старых лабораториях продолжалась интенсивная научная работа с большим числом практикантов, приехавших к Оствальду из разных стран.

В 1897 г. вышли из печати четыре объемистых тома, содержащие многочисленные работы Оствальда и его учеников, выполненные в физико-химической лаборатории Лейпцигского университета за десять лет (1887—1897) [25]. Эти четыре тома являются лучшим памятником интенсивной творческой работе физико-химиков в момент становления и бурного развития современной физической химии. Выпуск этих томов, приуроченный к открытию нового института, показал, что и в старых, законченных лабораториях, если в них царит энтузиазм, можно выполнять ценные исследования.

К концу 1897 г. был выстроен новый физико-химический институт, в создание которого Оствальд вложил много труда, забот и времени. На торжественное открытие института, которое состоялось 3 января 1898 г., Оствальд пригласил многих видных ученых из различных стран (Аррениуса, Вааге, Вант-Гоффа, Ландольта, Нернста,

В. Оствальда, организованное немецким Бунзеновским обществом в связи со столетием со дня рождения ученого. На торжественном заседании в присутствии многочисленных немецких и иностранных химиков были заслушаны доклады: проф. П. Гюнтера из Карлсруэ «В. Оствальд и его время», проф. Г. Кортума из Тюбингена «Закон разбавления Оствальда и теория электролитической диссоциации», проф. Г. Шваба «Научное и техническое значение работ Оствальда по катализу», проф. У. Франка «Влияние В. Оствальда на физическую химию электробиологических процессов».

Вальдена и др.). Во вступительной речи Оствальд сказал о проблемах и задачах нового института. Тогда же перед многочисленной аудиторией он выступил с докладом: «Проблема времени» [26], в котором охарактеризовал концепцию времени Ньютона и Канта и новые подходы к решению этой проблемы, наметившиеся в середине XIX в. в связи с развитием физиологии ощущений.

Присутствовавший на открытии Аррениус писал Г. Тамману 17 января 1898 г., что «у Оствальда действительно превосходный институт».

В истории физической химии и вообще в истории науки физико-химический институт Оствальда сыграл исключительную роль как первый пример специализированного научно-исследовательского института с определенной тематикой (главным образом кинетика и катализ) научных работ. Организация такого института, где координировались научные планы и идеи и концентрировались эксперименты, направленные на решение определенных проблем, отвечала требованиям развивающейся науки и промышленности.

В 90-е годы тематика исследовательской работы Оствальда и его учеников получила иное направление. Какое новое направление развития физической химии он считал наиболее перспективным? По его мнению, кинетика и катализ были теми областями, которые сулили наиболее богатые плоды. Вот почему он направил работы сотрудников своей лаборатории именно в этом направлении.

В 1890 г. Оствальд опубликовал статью «Автокатализ», положившую начало работам самого автора и его многочисленных учеников в области катализа [27].

В 1895 г. появилась программная статья Оствальда «О сущности каталитических процессов».

20 ноября 1895 г. Оствальд писал Аррениусу: «Мне сейчас представляются наиболее интересными каталитические вещи... Всюду мы наталкиваемся на катализ и имеем все основания весьма серьезно им заняться» [18]. Вот почему Оствальд считал, что основное направление научных исследований нового физико-химического института должно быть посвящено изучению катализа и кинетики.

В письме к Аррениусу от 2 января 1897 г. Оствальд писал: «У меня очень трудный семестр, так как специальных практикантов стало гораздо больше, чем до сих пор; их около трех дюжины, и почти все с самостоятельными рабо-

тами. Чтобы лучше провести эти занятия, я теперь раз в неделю устраиваю собеседования, на которых разбираются в присутствии всех уже начатые работы; при этом возникают всякие новые мысли и планы, и люди ближе знакомятся друг с другом. Бредиг и Лютер, которого ты, наверно, еще не знаешь, деятельно мне в этом помогают, одному мне было бы совсем невозможно справиться.

За это время я также начал немного работать экспериментально, над скоростью кристаллизации и т. п. В лаборатории много работают над катализом; кое-что, по-видимому, получается, но все это еще незрело» [18].

Оствальд вспоминал, что в 90-е и в последующие годы у него уже не было того запаса сил и энергии, как в первый период его работы. Он писал, что к его глубокому огорчению, которому он не позволил перерасти в трагедию, он не мог дать своему ребенку (катализу) тот уход, который уделял своим приемным детям (т. е. работам, сделанным в 1877—1887 гг.). В период своих занятий катализом Оствальд уделял еще больше, чем прежде, внимания исследованиям, которые проводили его молодые сотрудники. Он объяснял это тем, что «суммарный» результат работы лаборатории не только не должен снижаться вследствие уменьшения его личной продуктивности в области эксперимента и теоретических исследований, а расти за счет успешной работы сотрудников, для которой надо создать все необходимые условия.

Из работ своих сотрудников он отмечал исследования Г. Бредига по гетерогенному катализу, М. Боденштейна по кинетике гомогенных реакций. «Сейчас, когда я пишу эти строки (1926), — указывает Оствальд, — передо мной отчет, в котором излагаются результаты работ моего ученика А. Митташа по налаживанию каталитических производств на самом крупном химическом предприятии Германии и во всем мире, принесших прибыль, исчисляемую многими миллионами марок» [3, т. II, стр. 270].

Польский ученый М. Г. Центнершвер после окончания Лейпцигского университета работал в 1895—1897 гг. у Оствальда, где выполнил исследования на тему: «О каталитическом влиянии различных газов и паров на окисление фосфора».

Из русских химиков в Лейпциге у Оствальда в эти годы работали Н. А. Шилов, Л. В. Писаржевский, А. В. Раков-

ский, А. А. Титов и др. Уместно здесь привести впечатления Шилова о лаборатории Оствальда и ее шефе.

«Скоро два месяца, как мы в Лейпциге, — писал Н. А. Шилов И. А. Каблукову 15 февраля 1901 г., — и за это время успели устроиться с домашними делами, а я успел немного осмотреться в лаборатории. В последней — царство катализа. Начнем с самого Оствальда; его роль в настоящее время в полном смысле каталитическая: сам почти не работает, не входит в дела лаборатории, читает малоинтересный курс «Натурфилософии» — нечто вроде философии в жилетном кармане. Посылает ежедневно в лабораторию корзину бутербродов и букет роз и этим на поверхностный взгляд ограничивает свое участие в жизни института; но зато он несомненно служит катализатором — большинство мыслей ассистентов и докторантов возбуждается его советами или тем кратким критическим резюме, которым он сопровождает отчеты о лабораторных работах на *Besprechung*'ах (обсуждениях. — *Авт.*), происходящих аккуратно каждую неделю; при том он сохранил, несмотря на генеральство, полную доступность и по-прежнему умеет быстро схватывать чужую мысль и в двух словах выразить свою.

Поговаривают, что Оствальд совсем бросает профессию и даже прочат на его место Леблана, но это только слухи, вряд ли справедливые...

Бредиг выработал фабричный способ окисления SO_2 губчатой платиной... Мейер, помимо фотохимии, напал на интересную мысль о химических потенциалах различных степеней окисления — мысль эта, по-видимому, может быть разработана и иметь довольно важное теоретическое значение.

Что касается моей лично работы, то, по совету Мейера, я остановился на явлении, которое известно очень давно, но в последнее время не разрабатывалось, именно на химической индукции в буквальном смысле слова или так называемых «сопряженных реакциях» $A + B = O$, но когда одновременно идет реакция $C + B$, то она возбуждает первую реакцию. Я остановился на окислении винной кислоты хромовой, которое в данных концентрациях идет лишь в том случае, если одновременно происходит окисление FeSO_4 , SnCl_2 , As_2O_3 и т. п. Кроме того, я задумал собственную работу по части органических ферментов; Мейер отнесся к моей мысли скептически, но Оствальд одобрил,

так что в скором времени попробую поставить предварительные опыты.

Обстановкой в лаборатории я очень доволен, так как принят был очень любезно, особенно Мейером; меня устроили в отдельном кабинете и затем предоставили полную свободу делать, что хочешь и как хочешь, и полную возможность обратиться за советом, когда это надо» [28].

Итогом исследований Н. А. Шилова в лаборатории Оствальда явилась выдающаяся работа «О сопряженных реакциях окисления» (1905).

Интенсивная и многосторонняя работа Оствальда как руководителя и педагога приносила не только удовлетворение, но и чрезмерные заботы и переутомление. «Хищническое растрачивание своей энергии» приводило иногда к печальным итогам, к острому нервному расстройству, что выбивало Оствальда из рабочей колеи.

Характеристикой работоспособности Оствальда в эти годы может служить его журнал. Почти в каждом томе «Журнала физической химии» мы находим одну-две научные статьи, десятка два рефератов и рецензий на десять-двадцать новых книг по различным вопросам химической науки. Чтобы написать эти рецензии, Оствальду нужно было прочитать или внимательно просмотреть выпшедшие книги — от небольших брошюр до толстых учебников.

Многое из того, что делал Оствальд, он мог осуществить только потому, что ему в исследовательской и педагогической работе помогали молодые талантливые сотрудники, которые впоследствии сами стали крупными учеными. Ассистентами и ближайшими помощниками у Оствальда в Лейпциге были В. Нернст (его первый ассистент), М. Леблан, Р. Лютер (с 1898 г. — приват-доцент, а с 1901 г. — помощник директора физико-химического института) *, М. Боденштейн, Г. Бредиг, К. Друкер, Г. Фрейндлих, Ю. Вагнер, В. Беттгер, Е. Бекман, А. Митташ и др.

«Обыкновенно пишут, — отмечал академик В. А. Кистяковский, — что В. Оствальд создал большую школу уче-

* 11 января 1902 г. Оствальд писал Аррениусу: «В лаборатории все идет хорошо и бодро. Вся административная сторона (также и в научном отношении) лежит теперь на Лютере, которым я очень доволен. Главные работы посвящены катализу. Лично я не делаю почти ничего, так как все мое время занято разными делами и корректурами» [18].

ников, но можно отчасти сказать и наоборот, что школа учеников создала Вильгельма Оствальда. Молодые талантливые ученые способствовали особо высокому подъему научного уровня лейпцигской лаборатории... Сама жизнь шла навстречу молодому энтузиазму Оствальда. Все окружающее было проникнуто научными интересами» [29].

К концу 90-х годов Оствальд явно ощущал усталость. Сказывалась 20-летняя непрерывная кипучая деятельность организатора, учителя, пропагандиста. Профессорские обязанности, когда-то так его увлекавшие, теперь тяготили ученого.

Поток научной и иной информации, который каждый день буквально обрушивался на него, уже угнетал и пугал. Безразличным и безучастным к тому, что делалось в институте и университете, он не мог быть. Да и положение его как ученого руководителя большой школы ко многому обязывало. Все, кто с ним работал, уже давно привыкли встречать профессора с вопросом и ждать от него помощи и совета.

По этому поводу Оствальд писал:

«Если мы вникнем в то, что приходится изо дня в день быть в курсе нескольких дюжин научных работ молодых людей, считающих за нечто само собой разумеющееся, что профессору совершенно точно известно, где они в данный момент находятся, то мы поймем, какое истощение должно повлечь за собой это повседневное напряжение умственного глаза на постоянно меняющихся областях. Для того, чтобы добросовестно отвечать на вопрос, они требуют столь глубокого проникновения в сущность работ, что творческие способности... подвергаются весьма сильному напряжению» [30, стр. 185].

Он все реже и реже покидал письменный стол ради лаборатории и признавался друзьям, что «с головой сидит в чернильнице». Все чаще и чаще, сидя в своем кабинете, он мысленно переносился на свою любимую дачу «Энергия», которую построил около Гроссботена, недалеко от Лейпцига, где в кругу семьи он так радостно отдыхал. Бывали дни, когда только силой воли он заставлял себя работать, консультировать, читать лекции, что крайне истощало его нервную систему. Как следствие такого состояния появлялась апатия ко всему. В связи с этим Оствальд мужественно решил «своевременно уйти со сцены», прежде чем силы и способности понимать новое иссякнут.

4 февраля 1895 г. Оствальд, усталый от чрезмерной работы, с грустью писал Аррениусу: «В лаборатории обычное количество практикантов, которые выполняют обычные работы. Чудесное время, когда каждую неделю открывался новый закон природы, миновало и не вернется... Скажу тебе, что в прекрасном новом институте будут делаться далеко не такие значительные вещи, какие делали мы в старых грязных помещениях, и тогда скажут: кто мог думать, что Оствальд так скоро выдохнется! Еще пять лет назад я отдал бы не знаю что за новый институт; сейчас я думаю о нем больше со страхом, чем с радостью... Такой упадок, видимо, закон природы: я сейчас читаю много биографий, и во всех встречаю это самое явление. Дэви после открытия щелочных металлов смертельно заболел, а Фарадей после окончания своих электрохимических работ был в течение четырех лет почти что сумасшедшим, да с тех пор вполне и не оправился. Ну, однако, довольно об этом» [18].

Признаки переутомления, ранее легко устранявшиеся несколькими неделями уединения и занятием живописью, серьезно впервые сказались в 1895 г., когда Оствальд вынужден был на полгода совершенно прервать свою научную работу. 9 октября 1895 г. Аррениус писал Оствальду:

«Из письма твоей жены я сейчас узнал, что ты не совсем здоров. Я заметил уже в Любеке, что ты был не в своей тарелке, ты выглядел очень усталым. Ведь нетрудно себе представить, что ты переутомился, потому что никто не работал усерднее тебя за последние годы; скорее приходится удивляться, что твоя натура оказалась достаточно сильной, чтобы поддерживать тебя так долго. А теперь я боюсь, что твое неудержимое стремление к работе опять заставит тебя счесть болезнь, происходящую от переутомления, за пустяк» [18].

Длительный отпуск восстановил силы Оствальда, хотя и не в полной мере. Он уже не с таким энтузиазмом занимался в лаборатории со своими учениками, выполнявшими самостоятельные работы. Раньше эти занятия были для него «богатейшим источником приятных ощущений», но постепенно он пришел к выводу, что для того, чтобы сохранить силы на следующие годы, лучше всего оставить за собой «духовное руководство без постоянного личного вмешательства в дела лаборатории». Чтобы передать со-

стояние Оствальда в те годы, приведем некоторые выдержки из его писем Аррениусу [18].

«...Я сыт по горло чтением лекций и занятиями и все время мечтаю отказаться от профессуры и закончить свои дни независимым ученым. Меня держит лишь собственная лаборатория, в которой я время от времени работаю».

«...Чтение лекций и в особенности лабораторные занятия прямо-таки делают меня больным, так как мне нужно для них напрягаться», — читаем мы в другом письме. В эти годы у Оствальда наступил переломный период жизни, когда он почувствовал, что начал утрачивать ту способность, которая, по его словам, позже всех получает развитие у ученого и раньше остальных начинает идти на убыль — способность руководить, возглавлять научный коллектив, быть его душой и мозгом.

Из истории науки Оствальд знал о тех психологических явлениях, которые связаны со старостью ученого. Это отвращение к лаборатории, которое появилось у Либиха в конце его жизни, это боязнь лекций у Больцмана: «самая жестокая болезнь, какой может заболеть профессор».

В связи с этим Оствальд писал: «Таких инвалидов в науке больше, чем думают, а неисчислимые страдания, выпадающие на их долю, еще не нашли своего Гомера. Каждый отдельный подобный случай считают несчастьем отдельной личности, совершенно упуская из виду, что перед нами явление естественной закономерности. Наука требует своих жертв с такой же жестокой неумолимостью, как смерть. Большею частью эта жертва приносится ей в молодости, и счастлив тот, кто тогда же умирает, как Галуа, Абель или Г. Герц; его имя остается окруженным сияющим ореолом; он боролся и прошел прекрасные героические годы молодости, а годы инвалидности миновали его. Но другим счастье не так улыбается. Они вынуждены видеть, как исчезают их силы, уменьшается работоспособность, в то время, как требования к ним и ответственность все возрастают»... [30, стр. 380—381].

9 декабря 1903 г. исполнилось 25 лет с момента защиты Оствальдом докторской диссертации в Дерпте. К этой дате ученики Оствальда издали 46-й том «Журнала физической химии», открывающийся блестящей статьей Вант-Гоффа, в которой рассматривался 25-летний путь Ост-

вальда в науке. В статье дана высокая оценка организаторской деятельности Оствальда. Вант-Гофф подчеркивал, что Оствальд не удовлетворялся тем, что он сам приходил к новым идеям, но активно старался эти идеи привить другим, и эта черта Оствальда сыграла большую роль в создании и развитии современной физической химии.

В этом же томе журнала опубликована полная библиография трудов Оствальда до 1902 г., составленная П. И. Вальденом*.

На юбилейное торжественное заседание приехали многие знаменитые химики и физики. По словам Аррениуса, присутствовавшего на юбилее, Оствальд получил «многие знаки одобрения». Оствальд выступил с речью, в которой в весьма скромных выражениях рассказал о своих работах в области физической химии.

Весной 1904 г. Оствальд поехал в Англию, где в аудитории Королевского института в Лондоне 19 апреля выступил с Фарадеевским чтением «Соединения и элементы» [31].

После возвращения из Англии Оствальд в конце 1904 г. подал в ректорат университета заявление об освобождении его от чтения курса лекций для студентов.

Это заявление встретило сильное возражение со стороны профессуры философского факультета Лейпцигского университета, которые нашли недопустимым, чтобы один из его членов уклонился таким образом от исполнения своей, как они считали, главной обязанности, т. е. чтения лекций. Поэтому факультет высказался за отклонение его ходатайства.

Несмотря на это, он получил разрешение от министерства прекратить чтение лекций и сохранить за собой руководство лабораторными работами. Оствальд этим разрешением, учитывая отношение к нему большинства профессорского коллектива, однако, не воспользовался и подал заявление об отставке, которое было удовлетворено.

* В 1904 г. увидела свет первая книга о жизни и деятельности В. Оствальда, написанная П. И. Вальденом.

Вальден подсчитал, что уже к 1904 г. Оствальдом было написано около 6000 страниц учебников, справочников и других книг на отдельные темы; 300 научных статей, около 4000 рефератов и около 900 рецензий на книги.

«Суждения, которые были высказаны по этому поводу о моем прошении и о моей личности на заседании факультета, были такого рода,— писал Оствальд,— что оно было последним, на котором я присутствовал. Я подал начальству прошение об отставке... В августе 1906 г. я закончил свою учебную деятельность в Лейпцигском университете, не получив ни одного знака участия со стороны этого университета, которому я приобрел в моей специальной области преподавательской деятельности положение первого в свете» [32, стр. 12—13].

Вскоре после отставки в немецких газетах появилось сообщение, что первый немецкий профессор, который в ближайшее время поедет в США в «порядке культурного обмена»,— В. Оствальд. «Это для меня,— писал Оствальд,— было моральной компенсацией за конфликт с большинством профессуры Лейпцигского университета и подтверждением признания моих заслуг» [3, т. III, стр. 314].

Его поездка в США была первым случаем обмена учеными между Германией и США. К этому начинанию был проявлен большой интерес со стороны германского правительства. То, что первый выбор пал на Оствальда, говорит о том, что его заслуги хорошо были известны в правительственных кругах Германии.

В США, в Калифорнийском университете Оствальд прочитал цикл лекций по натурфилософии, общей химии и катализу. На английском языке Оствальд читал лекции по натурфилософии, которые, по его словам, «встречались с большим вниманием, но и немалыми возражениями».

«Я в то же время,— писал он Аррениусу,— обрабатываю свои лекции для печати на английском языке и мне очень интересно, какое впечатление произведут мои безбожные взгляды на благочестивых американцев. Ибо здесь еще обнаруживается сильная зависимость от религиозных традиций» [18].

«Свободный» профессор

С 1905 г. Оствальд вместе со своей многочисленной семьей основную часть времени стал проводить в Гроссботене на своей даче «Энергия» — в большом особняке, расположенном в красивом парке.

«Я слишком долго был в ярме,— писал Оствальд Аррениусу в 1906 г.,— и потому не могу сразу почувствовать всю прелесть свободы; я даже ловлю себя на том, что чувствую себя так, как будто я *обязан* делать то или другое» [18].

Позади остались лекции, чтение которых в последние годы доставляло ему немало трудностей и требовало большого нервного напряжения. Гомон университетских аудиторий сменился тишиной парка.

В Гроссботене жизнь Оствальда протекала довольно спокойно в кругу его большой семьи. С ним жили три сына — Вольфганг, Вальтер и Отто и две дочери — Грета и Элизабет с мужем доктором Брауером. Своими детьми он был доволен. Старший сын Вольфганг стал крупным специалистом в области коллоидной химии, основателем (с 1904 г.) «Журнала коллоидной химии» (*Zeitschrift für Kolloidchemie*) и автором нескольких руководств по коллоидной химии. Вальтер — инженером-химиком. Отто — инженером и чиновником в Берлине.

Вечерами Оствальд много музицировал, играя на скрипке или на фортепиано в четыре руки с женой. Время текло спокойно и весело. Около 7 часов утра он делал длительную прогулку вокруг виллы. Днем его часто можно было встретить у мольберта, в каком-нибудь живописном уголке парка или в окрестностях Гроссботена.

В 1904 г. была впервые организована выставка картин Оствальда. На ней было представлено 30 полотен. В последующие годы он не раз устраивал подобные выставки, и они пользовались успехом.

Но эта пора «ничего неделания» продолжалась недолго. Увлекающаяся, деятельная натура Оствальда не давала ему «покоя в гамаке».

В конце 1906 г. Оствальд устроил на своей даче небольшие лаборатории и мастерскую, где мог проводить любые опыты. Оствальд имел четыре лаборатории, окна которых выходили на четыре стороны света. Он сделал это специально, так как хотел работать в помещении, где столько света, сколько ему нужно было для работы. Иногда он работал в солнечной лаборатории, иногда в темной. Своим ученикам и ассистентам он говорил, что эта смена лабораторий благотворно влияет на его творческую деятельность.



Дача «Энергия»

В эти годы Оствальд с увлечением занялся литературной работой. Он ясно представлял, что подоспела пора разобраться в сложном хозяйстве самой науки, многоликий организм которой интенсивно развивался. Существуют ли законы его развития? Можно ли познать процесс научного творчества? Где искать метод анализа этих проблем? Об этом думал Оствальд, прогуливаясь по тенистым аллеям своего парка. За 30 лет его научной и педагогической деятельности произошли огромные изменения в темпах и в организации научных исследований. Оствальд сознавал, что в немалой степени он содействовал этому процессу. Теперь предстояло осмыслить и обобщить богатый опыт организатора, ученого и педагога, высказать свою точку зрения на эволюцию химических знаний, на процесс научного творчества.

Большая библиотека, постоянно пополняющаяся новой литературой, позволяла ему, не выходя из дома, работать над многими литературными источниками. Положение обеспеченного свободного профессора давало ему широкий простор и возможность заниматься тем, чем ему хотелось. А сделать он стремился еще много. В его голове рождались

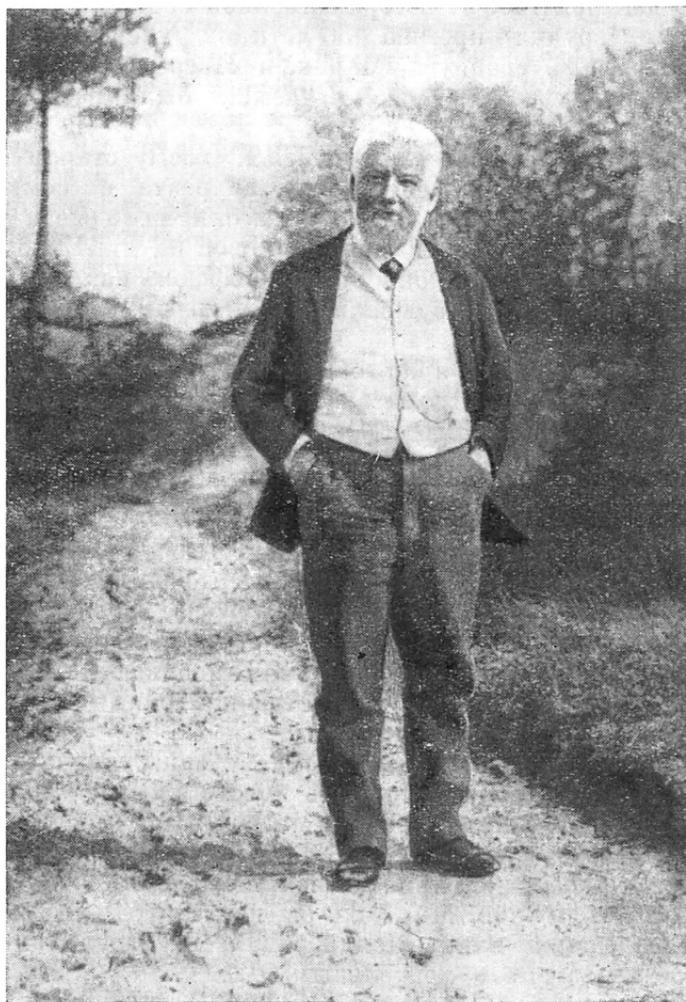
большие планы, связанные с выработкой международного искусственного языка, с изданием философского журнала.

Некоторые его недоброжелатели и противники думали, что с уходом Оствальда из университета наступит его «научная смерть». Но Оствальд, выпустив после 1905 г. более 10 книг по химии, цветоведению и другим вопросам науки и культуры, доказал всем, что у него еще «есть порох в пороховницах».

В начале ноября 1909 г. Оствальд получил радостную весть из Швеции о присуждении ему Нобелевской премии. В выдвижении кандидатуры Оствальда на соискание премии принимал участие известный русский физико-химик И. А. Каблуков. В конце 1908 г. Нобелевский комитет обратился к нему с предложением выдвинуть кандидата на премию по химии. Каблуков предложил присудить Нобелевскую премию по химии В. Оствальду за его исследования по катализу*. Это предложение было поддержано многими учеными. 9 ноября 1909 г. Оствальд писал Аррениусу: «Дорогой друг! Много, много раз сердечно благодарю за чудесное известие; я уже узнал о своем счастье из телеграммы секретаря. Я особенно рад тому, что награда присуждена мне за катализ» [18].

С. Аррениус писал И. А. Каблукову 9 декабря 1909 г.:

* По этому поводу И. А. Каблуков писал С. Аррениусу: «Я хочу ...просить у Вас совета — возможно ли выдвинуть кандидатуру профессора Оствальда? Правда, в последнее время он работает не так интенсивно, как раньше, но его предшествующие работы все еще оказывают очень большое влияние на многие новейшие исследования и вызывают появление все новых работ. Поэтому мне хотелось бы спросить, удовлетворяет ли он объявленным положениям о Нобелевской премии» [18]. Отвечая на это письмо Каблукова, Аррениус писал (9 ноября 1908 г.): «Дорогой друг Каблуков! ...что касается до представления Оствальда, то оно, конечно, возможно, хотя его заслуги в области химии уже немного устарели, — если только Вы не хотите представлять его работы по энергетике. Согласно уставу, в качестве предмета обсуждения должно быть указано одно (или несколько) открытий или усовершенствований в области химии. Они могут иметь теоретическое или практическое значение. Поэтому в рассмотрение едва ли могут входить учебники, если только не указывается, какие в них имеются теоретические улучшения или же открытия. В учебниках Оствальда можно найти много оригинальных мыслей, но все же было бы трудно выдвинуть их в качестве оригинальных работ» [16, стр. 139].



В. Оствальд в парке на даче «Энергия» (1917)

«У меня сейчас как раз находится Оствальд, завтра он будет получать Нобелевскую премию. Оствальд просит передать Вам привет» [33].

10 декабря 1909 г. в торжественной обстановке король Швеции вручил премию 56-летнему ученому. После Вант-Гоффа, Аррениуса, Марии и Пьера Кюри, Беккереля получить Нобелевскую премию было весьма почетно.

После банкета Оствальд пошел к своему старому другу Аррениусу. Два Нобелевских лауреата не сомкнули глаз до зари, вспоминая дни, когда они, молодые и увлеченные, дружно «пахали» целину новой науки. Им было о чем вспоминать. Ведь они с Вант-Гоффом, как три мушкетера, с боями прокладывали дорогу новым физико-химическим идеям.

Об этом Оствальд ярко говорил на торжественном, 25-м юбилее теории электролитической диссоциации, который также состоялся в 1909 г. По словам Аррениуса, «торжество было замечательное. Оствальд произнес с большим подъемом речь, которая не изгладится из памяти слушателей»*.

В 1909 г. у Оствальда возникла идея написать, совместно с Аррениусом, научную биографию Я. Берцелиуса, жизнь и деятельность которого его весьма интересовала.

Сохранилось интересное письмо Оствальда от 21 ноября 1909 г., которое мы здесь полностью приводим:

«Дорогой Сванте!

Только что мне пришла в голову одна замечательная вещь. Я предлагаю тебе писать вместе биографию Берцелиуса. Как ты знаешь, я очень много им занимался, но, не зная шведского языка, не могу сам собирать все детали. Ты же знаком с источниками и имеешь возможность достать все, что нужно. Мне было бы исключительно приятно, если бы наши имена стояли рядом на труде, который можно сделать монументальным.

Через несколько недель мы сможем лично переговорить об этом; но я пишу тебе уже сейчас, чтобы это предложение не застало тебя врасплох и ты мог уже заранее соста-

* По случаю 25-летия теории электролитической диссоциации Оствальд для журнала физической химии написал яркую статью, посвященную Сванте Аррениусу, как автору этой теории [34].

вить себе представление об имеющихся возможностях. Ваша Академия могла бы взять это дело под свое покровительство; труд мог бы выйти одновременно на немецком и шведском языках.

Сердечные приветы от дома дому.

Твой преданный В. Оствальд» [18].

Большие заботы, связанные с другой работой, отвлекли внимание Оствальда от этой темы; при иных бы обстоятельствах мы, по-видимому, имели бы прекрасную книгу о Берцелиусе.

В архиве Оствальда хранится материал, который он собирал для научной биографии Берцелиуса. Представляет интерес рукопись Оствальда: «Годовые отчеты Берцелиуса и международная организация химиков», опубликованная в 1955 г. [35].

В этой статье Оствальд уделил внимание проблеме научной информации. Он считал, что нужно серьезно задуматься над вопросом о том, каким образом современный человек «собирается плавать в море литературы, которое грозит затопить его». Оствальд напомнил, что когда Берцелиус садился за составление своих «Годовых отчетов», он покидал обычно лабораторию на несколько недель, окружал себя всеми книгами и периодическими изданиями, которые он собирался реферировать, и не вступал в контакты с внешним миром, пока работа не была закончена. В течение более четверти века он проделывал эту работу, становившуюся все более трудоемкой, и хотя он вскоре исключил из своих отчетов обзор трудов по физике и геологии, его годовые отчеты по химии постепенно выросли до 1000 страниц.

В течение длительного времени химия была единственной наукой, которая заканчивала каждый год подведением баланса. Современная наука более чем когда-либо, указывал Оствальд, нуждается в информации, которая приобретает международный характер и требует кооперации различных стран. В организации информации, по мнению Оствальда, однако, имеются крупные недостатки — существующая система требует колоссальной траты времени и труда, поскольку одна и та же статья реферруется в нескольких странах. В связи с этим Оствальд говорил о необходимости создания международного языка, существование которого ликвидировало бы языковые барьеры между учеными разных стран.

В 1909 г. Оствальд, издав книгу «Великие люди» [30], положил начало серии книг под общим названием «Grosse Männer. Studien zur Biologie des Genies, herausgegeben von W. Ostwald.» (Великие люди. Изучения биологии гениев, издаваемые Оствальдом).

В этой серии вышли книги, посвященные Вант-Гоффу (1912, автор Э. Коэн), В. Мейеру (1917, автор Р. Мейер), Э. Аббе (1922, автор Ф. Ауэрбах), Г. Роско (1919, автор Р. Тесинг, с предисловием Оствальда), С. Аррениусу (1931, автор Е. Ризенфельд) и другим крупным ученым.

Весной 1911 г. в Гамбурге состоялся первый конгресс Союза монастов, на котором Оствальд выступил с речью о науке.

В 1913—1914 гг. на летних каникулярных курсах Германского общества монастов в Иене Оствальд прочитал ряд лекций о выдающихся деятелях науки, используя материал своей книги «Великие люди».

В 1913 г. вышли из печати его «Монистические воскресные проповеди» (Monistische Sonntagspredigten). Уже в скором времени эта книга получила широкое распространение.

Второго сентября 1913 г. в кругу семьи на даче «Энергия» Оствальд отметил свое шестидесятилетие. К этому дню он получил подарок от С. Аррениуса — брошюру «Из моей юности» (Aus meiner Jugendzeit).

15 сентября 1913 г. Оствальд писал Аррениусу:

«Дорогой друг Сванте.

Сердечно благодарю за твою статью «Из моей юности», которая живо вызвала в моей памяти чудесные дни в Риге и все, что было потом. Очень жаль, в самом деле, что ты не мог быть в «Энергии» еще 2-го, — весь день прошел чрезвычайно приятно и весело. И тебе доставило бы удовольствие увидиться снова с нашим старым товарищем по работе Бекманом, который принимал участие в торжестве в качестве единственного представителя моей физико-химической деятельности.

Сразу после этого мне пришлось ехать в Дюссельдорф, председательствовать на съезде монастов, который прошел хорошо и во многих пунктах преодолел трудности, казавшиеся ранее почти непреодолимыми. Вся работа идет еще быстрее и деятельнее, чем в свое время работа в пользу физической химии. Приходится только пожалеть, что теперь мне шестьдесят лет, а не тридцать, как тогда, и я не

могу посвятить этой работе больше энергии и больше времени.

Еще раз очень благодарю и передаю привет от дома дому.

Твой старый друг

В. Оствальд» [18].

Через некоторое время (30 декабря 1913 г.) Оствальд вновь писал Аррениусу: «Я довольно часто думал о тебе в последние месяцы, когда читал твою книжку с воспоминаниями... она все время находится близ моего письменного стола. Я беру ее и опять заново переживаю чудесные старые дни» [18].

После начала первой мировой войны многие планы и надежды Оствальда уже не могли осуществиться.

В. Оствальд не принадлежал к той очень небольшой группе людей в Германии, которые не были отравлены шовинистическим угаром и имели мужество возвысить свой голос против преступной войны, начатой немецким империализмом. Правда, среди немецких ученых таким исключением были только А. Эйнштейн и еще несколько человек. Оствальд был в числе 93 видных ученых и деятелей искусства (Э. Геккель, В. Нернст и др.), подписавших вскоре после начала войны «Воззвание ко всему культурному миру»: в нем оправдывались немецкие милитаристы и осуждались правительства стран, с которыми Германия вступила в войну. В этом воззвании Вильгельм II превозносится как «гарант мира во всем мире», а германский милитаризм как сила, гарантирующая существование и расцвет немецкой культуры.

С призывом отдать все силы для победы Германии Оствальд обратился к членам Союза монахов.

Атмосфера шовинистического угара настолько отравила сознание некоторых немецких ученых, что они активно включились в работу по повышению военного потенциала страны. Многие из видных химиков (например, Ф. Габер*) вели большие исследования по изучению и применению в войне отравляющих веществ. Другие немец-

* Когда после окончания войны Э. Резерфорд встретился с Ф. Габером на одном из международных научных форумов, то он отказался пожать ему руку из-за его «заслуг» в применении отравляющих веществ для военных целей.

кие ученые (Нернст и его ученики) с неменьшим усердием, чем Габер, трудились на поприще повышения военной мощи Германии.

Настроение, господствовавшее во время войны среди немецкой научно-технической интеллигенции, захватило и Оствальда, хотя он не принимал участия в работах военного характера*.

В 1914 г., будучи в Швеции, Оствальд дал интервью корреспонденту одной из стокгольмских газет, в котором излагал свои взгляды на устройство послевоенной Европы. Он выдвинул идею создания Федерации Балтийских государств под эгидой Германии.

Естественно, что это интервью Оствальда вызвало крайне отрицательную реакцию скандинавской общественности, оно не удовлетворило и экстремистские круги Германии, лелеявшие далеко идущие планы радикального передела мира, утверждения в нем диктата Германии.

Когда с содержанием этого интервью ознакомились прогрессивные немецкие ученые из общества «Культурное объединение немецких ученых и художников», то они также резко осудили Оствальда. Об отношении членов этого объединения к политическим заявлениям Оствальда мы узнаем из письма Планка к Аррениусу от 15 ноября 1914 г.:

«Прежде всего мы желаем выразить, наряду с нашим неодобрением, также и опасение, что г. коллега Оствальд сделанным им шагом мог причинить большой вред целям Культурного объединения, членом которого он сам состоит. Ибо, хотя ничто не стоит дальше от этого объединения, чем занятия политикой, нам тем более крайне неприятно, чтобы Культурное объединение восхваляло высокий уровень немецкой культуры или чтобы делались попытки, ссылаясь на него, давать нейтральным (странам) советы по части их собственной политики. Хуже всего, когда в этих советах столь прозрачно проскальзывают немецкие интересы, и мы вполне понимаем, что нейтральные (страны) самым решительным образом отстранятся от подоб-

* В приложении мы приводим некоторые письма В. Оствальда к С. Аррениусу, с которым его, как мы знаем, связывала многолетняя дружба и научное сотрудничество. Письма демонстрируют большой диапазон интересов и занятий Оствальда и позволяют проследить эволюцию его политических настроений, в частности, его отношение к войне.

ных попыток. Вряд ли мне нужно особенно подчеркивать, как печально лично для меня, что г. коллега Оствальд, с которым меня, несмотря на все различия во мнении, связывает так много в научном отношении, заходит так далеко в своем одностороннем монизме.

То, к чему мы в Культурном объединении стремимся,— это не больше, но и не меньше, как поддержка всех начинаний, имеющих целью привести к познанию истины,— начинаний, в которых все действительно благородно настроенные люди, как бы они себя ни называли,— немцами, шведами, англичанами, французами или русскими,— необходимо должны понять друг друга. На вопрос о том, что есть истина, пока можно и не искать ответа даже во многих важных случаях; однако это не дает нам права уклоняться от того, чтобы все время искать истину.

...Мы также хорошо сознаем, что за войной последует мир, и что именно тогда ученым в первую очередь придется решать задачу — помогать вновь связать порванные нити. Работать над этим, тщательно беречь еще сохранившиеся остатки международного уважения и стараться по мере сил противодействовать горькой отраве общественного мнения, питаемого страстными взаимными обвинениями — вот в чем мы видим свою цель» [36].

После этой истории, доставившей ему немало минут огорчений, Оствальд перестал активно интересоваться политикой и стал безвыездно жить у себя на даче «Энергия».

Оствальд впоследствии указывал, что во время войны он не принимал никакого участия в подготовке военных акций. К работам по получению азотной кислоты путем окисления синтетического аммиака, как пишет Оствальд, по неизвестным для него мотивам, его не привлекли. За время войны ему сделали только одно предложение от военного ведомства — участвовать в разработке методов обнаружения мин, но так как эта область была далека от него, то он отказался от предложения,

Последние годы

Мы подошли к концу жизненного пути Оствальда.

Война нанесла тяжелые раны экономической и культурной жизни Германии. Два миллиона немцев погибли на фронте. В стране были разруха и голод. Усилилась

инфляция. В тяжелом состоянии находилось сельское хозяйство. В 1918 г. в Германии произошла революция, которая свергла монархию и кайзеровское правительство. Вильгельм II бежал в Голландию. Германия стала Веймарской республикой.

Семья Оствальда война коснулась мало. Его дети остались живы. Имелись денежные сбережения. Оствальд не проявил глубокого понимания ситуации, сложившейся в Европе после первой мировой войны.

Свое отношение к Германской революции 1918 г. и свержению кайзера Оствальд выразил следующим образом: «...Я приветствую «чистку князей», которые этого заслужили хотя бы потому, что не могли предупредить революцию», которая, по его мнению, однако, не привела к улучшению условий жизни людей и вызвала возрастающее внутреннее трение. В отношении революции Оствальд, таким образом, разделял тривиальные предрассудки широких кругов буржуазной интеллигенции.

Пороком Германской революции он считал также и то, что к власти пришли некомпетентные люди, которые не умели управлять государством. Старого профессора, привыкшего к раз навсегда установленному «порядку», раздражала та неуядица, которая была в стране. В двадцатые годы во внутренней жизни Германии происходила острая политическая борьба, оканчивавшаяся порой трагически. В 1919 г. вся прогрессивная Германия провожала в последний путь Р. Люксембург и К. Либкнехта, зверски убитых контрреволюционерами.

В 1923 г. в Германии начался острый политический кризис, связанный с оккупацией Рура Францией и Бельгией. Произошло Гамбургское восстание под руководством Э. Тельмана, которое было подавлено правительственными силами. По распоряжению главы правительства Г. Штрёмана началось преследование коммунистов. В конце 1923 г. компартия Германии была запрещена. К этому времени в Германии кроме коммунистической партии существовали социал-демократическая партия и немецкая национальная народная партия (националисты) — крайне правая партия, выступавшая с реваншистских позиций.

В 1925 г. на пост президента Германской республики был избран фельдмаршал Гинденбург. С этого момента в стране начинается угрожающий рост реваншистских



В. Оствальд за верстаком на даче «Энергия»

устремлений Германской буржуазии, начинается восстановление военно-промышленного потенциала страны.

Отголоски всех этих событий (чаще всего из газет) доходили до Оствальда, и он не был полностью безучастным к ним.

Бодрое самочувствие «патриотически» настроенного профессора, горившегося в 1914—1916 гг. мощью немецких армий, сменилось в эти годы унынием и разочарованием. Реки крови, пролитые на фронтах (Оствальд хорошо знал, что сыновья многих его друзей погибли), погасили шовинистический пыл. Оголтелые милитаристы, которые во время войны не скрывали своих алчных планов порабощения других народов, в послевоенное время вызывали у таких людей, как Оствальд, чувство раздражения и недовольства. Слишком тяжелы были последствия политики кайзеровской Германии, чтобы не понять, к чему могут привести вновь вынашиваемые реваншистские планы.

В 1923 г. в Германии проходили первые послевоенные выборы в рейхстаг. В Гроссботене баллотировались представители двух партий: социал-демократической и партии националистов.

Один из ассистентов Оствальда, работавший с ним в 20-х годах, пишет: «... я вспоминаю, что в 1923 г. он произвел сенсацию в маленьком городке Гроссботене, когда происходили первые послевоенные выборы. Он произнес речь, которую закончил словами: «Если есть выбор между двумя видами голосования, то я говорю нет национализму, лучше социализм». Это, конечно, было нечто очень необычное для профессора, господина тайного советника и богатого человека» [37].

В 20-е годы Оствальд оставался деятельным и таким же трудолюбивым. «Осенние дни жизни также имеют свою прелесть», — писал он своим друзьям.

Весной 1920 г. Оствальд сообщал Аррениусу: «Я устроил в Гроссботене маленькую фабрику под руководством моего младшего сына Отто для изготовления новых учебных и рабочих пособий, необходимых для народных и ремесленных школ. Уже сейчас можно видеть некоторые успехи и надеяться на удачу в будущем» [18].

Приближалось семидесятилетие Оствальда. Его ученики и соратники постарались сделать все возможное, чтобы доставить приятное своему учителю. В мае-июне 1923 г. они разослали письма всем тем ученым, кто когда-либо

работал под руководством Оствальда. Пришло такое письмо и в Советский Союз проф. В. А. Кистяковскому. 16 июня 1923 г. немецкий ученый Друкер писал из Лейпцига: «Как Вам, вероятно, известно, 2 сентября этого года В. Оствальду исполняется 70 лет. Некоторые из его бывших учеников, которые хотят оказать ему свою привязанность, обратились к нижеподписавшемуся с предложением поднести уважаемому учителю адрес: в нем должны быть выражены приветствия всех тех, кто как друзья и ученики работали с ним вместе или по каким-либо другим причинам хотят отметить его день рождения.

Мы поэтому обращаемся к Вам с просьбой — присоединиться к нашему адресу и дать нам согласие поместить под ним Вашу подпись, далее — прислать нам Вашу фотографию с подписью и указанием лет, проведенных Вами в институте Оствальда...

Наконец, Вы крайне обязали бы нас устным распространением этого обращения, так как вполне возможно, что мы знаем не всех лиц, которым его следовало бы написать» [38, № 57].

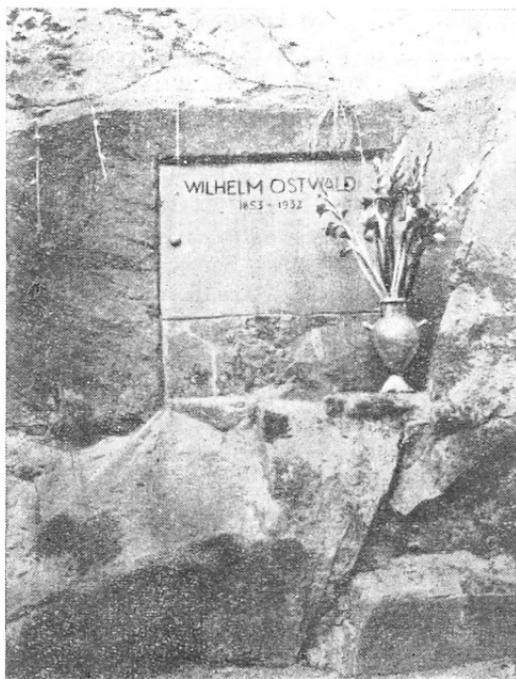
В ответ на это письмо В. А. Кистяковский послал теплое поздравление Оствальду, в котором отмечал, что «прошло тридцать четыре года с тех пор, как я сделал первые шаги в науке в физико-химической лаборатории Лейпцигского университета под Вашим испытанным руководством.

Глубокоуважаемый профессор, Вы были средоточием высочайших научных стремлений, мы все тогда жили в очарованной атмосфере науки» [38, № 58].

Второго сентября юбиляр Оствальд получил много поздравлений от друзей и коллег из различных стран. В ответ на поздравление из Швеции от Аррениуса Оствальд писал 17 сентября 1923 г.:

«Мой дорогой Сванте!

За печатной благодарностью шлю и письменную, чтоб сказать тебе, как меня порадовало твое дружеское приветствие. Мы оба можем ведь оглянуться на общую работу и общую борьбу, которых хватило на целую человеческую жизнь; в них никогда не врывался диссонанс, который омрачил бы взаимное доверие и дружбу, освещавшие наши дни. И если после долгих лет, когда мы обрабатывали и порою удобряли одно и то же поле, мы пошли несколько раз-



Могила В. Оствальда на даче «Энергия»

ными дорогами, то наши отношения были уже утверждены столь прочно, что это не могло оказать на них влияния.

День рождения прошел светло во всех отношениях. Мои дети и внуки с женами были все налицо, всего 9 — второго и 9 — третьего поколения. Приехали также старые друзья из Лейпцига и из Берлина, кроме того, я получил более ста писем и телеграмм. Мои работы по краскам пришли сейчас к верному пункту, так что у меня, как в те лейпцигские дни, работы выше головы, что не слишком хорошо с точки зрения только что исполнившегося 70-летия.

С сердечным приветом от дома дому
Твой Вильгельм Оствальд» [18].

Однажды Оствальд сказал: «Я, пожалуй, написал уже достаточно книг, и не думаю, чтобы мир погиб, если

б я, наконец, бросил это дело» (из письма от 9 июня 1913 г.).

Но Оствальд не бросил «это дело». В 1923 г. он задумал написать последнюю книгу, в которой хотел подробно рассказать о своем жизненном пути. Память сохранила ему массу событий, интересных встреч с замечательными людьми. Перед ним вставали живые образы многочисленных друзей, учеников и коллег, с которыми он в 80—90-х годах поднимал современную физическую химию. Некоторых из них (Вант-Гоффа, Абега, Джонса) уже не было в живых. В 1927 г. из Швеции пришло особенно горькое известие: умер его старый друг Сванте Аррениус. В памяти Оствальда живо сохранились воспоминания, как он вместе с Аррениусом боролся за теорию электролитической диссоциации. Все это, как и многое другое, Оствальд изложил в трех томах «Автобиографии», опубликованных в 1926—1927 гг. Эта книга до сих пор читается с интересом и служит богатым источником каждому биографу Оствальда.

Заключительный акт творчества Оствальда — книга о Гёте, вышедшая в 1932 г., уже после смерти ее автора.

Умер Вильгельм Оствальд 4 апреля 1932 г. в возрасте 79 лет.

Через 21 год, 27 августа 1953 года Президиум Совета Министров Германской Демократической Республики принял решение «в связи со столетием со дня рождения великого немецкого естествоиспытателя Вильгельма Оствальда второго сентября 1953 г. передать Германской Академии наук в Берлине дом «Энергия» в Гроссботене вместе с архивом* и лабораторией Вильгельма Оствальда и организовать в этом доме научно-исследовательский институт по изучению цвета».

* Дочери Оствальда Грете Оствальд принадлежит заслуга в сохранении и систематизации научного наследия отца. В годы войны она уберегла его архив и дачу «Энергия» и передала все наследие Оствальда правительству ГДР.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬ

Звезда Оствальда стала восходить на научном небосводе в 70-х годах прошлого века. Время восхождения оказалось весьма счастливым. Физико-химический «сад» еще не цвел, но деревья были уже посажены заботливой рукой ученых прошлых поколений.

Процесс становления физической химии как самостоятельной, пограничной между химией и физикой, науки был длительным [1]. Он начался еще в XVIII в. и ярко проявился в работах М. В. Ломоносова, который неоднократно заявлял: «Моя химия — физическая».

Ряд крупных физико-химических исследований был выполнен в первой половине XIX в. Такие первоклассные ученые, как Дальтон, Авогадро, Берцелиус, Дэви, Гротгус, Гей-Люссак, Копп, Реньо, Гесс, по сути дела были физико-химиками, своими открытиями они обогатили одновременно и химию и физику.

После открытия в 1842 г. закона сохранения и превращения энергии (Майер, Джоуль) физико-химические исследования приобретают прочную теоретическую базу и их удельный вес начинает все больше возрастать.

В 50-е годы XIX в. намечилось более тесное сближение между физикой и химией. Этому способствовало следующее обстоятельство: в физику начали мигрировать из химии атомистические представления, и первой формой физической атомистики стала кинетическая теория газов, оказавшая в дальнейшем огромное влияние на развитие физической химии.

В химии же после классических работ Сент-Клер-Девилля по термической диссоциации химических соедине-

ний изучение процессов и способов их осуществления выдвинулось на первый план. Развитие этого направления исследований привело к созданию химической статистики и проникновению в химию первого, а затем второго начала термодинамики.

Изучение равновесных состояний как определенного аспекта химического процесса было той основой, на которой началось сближение между физикой и химией, прогрессивно углубляющееся с годами.

Начиная с 50-х годов, развитие представлений о химическом равновесии происходит на почве идей атомно-молекулярной теории. Первая важная работа в этом направлении принадлежит Вильямсону (1851).

К 70-м годам XIX в. физико-химические идеи, таким образом, не только «носились в воздухе», но уже начали «работать» в химии. Труды Бертло, Гульдберга и Вааге, Томсена, Менделеева — тому яркий пример.

Эти ученые уже отчетливо сознавали, что химия не должна больше ограничиваться только описанием свойств и состава различных химических соединений и способов их получения — она должна также ставить своей задачей изучение зависимости течения химических реакций от различных факторов (температура, среда, давление), нахождение законов, управляющих химическими взаимодействиями.

Решение этих новых задач заставило химиков усвоить новые физические методы исследования, методы вычисления и теоретического объяснения, основанные на широком применении принципов физики и математики.

Так мы подошли к тому моменту в истории развития физической химии, когда в ней начал работать Оствальд.

Друзья и коллеги Оствальда часто отмечали его способность на лету подхватывать новые идеи и смело развивать их.

«Я обладал с самого начала счастливым умением направлять свои силы на такие проблемы, для осуществления которых почва была уже достаточно подготовлена, — писал впоследствии Оствальд. — Самый ясный пример этого представляет собою развитие физической химии, для которого появился целый ряд благоприятных условий вскоре после того, как я впервые занялся этим предметом» [2].

Начало научной деятельности

Новые физико-химические веяния Оствальд, по-видимому, почувствовал в самом начале своей научной деятельности. В немалой степени здесь помогли и советы И. Лемберга, побудившие Оствальда работать в новом направлении. Задачи препаративной и аналитической химии, с методами которых он хорошо ознакомился в лаборатории К. Шмидта, явно не привлекали к себе внимания молодого ученого.

Только лишь получение нового вещества, изучение его состава и свойств,— все это в малой степени интересовало молодого Оствальда. Гораздо сильнее привлекала его проблема изучения причин химических взаимодействий веществ, т. е. химическое сродство. Такой выбор научной темы уже сам по себе характеризовал Оствальда как ученого с ярко выраженной индивидуальностью и самостоятельным образом мышления.

На него произвел сильное впечатление труд двух норвежских ученых — К. Гульдберга и П. Вааге — «Исследования сил химического сродства», опубликованный на французском языке в 1867 г. [3]. В этой классической работе был математически сформулирован закон действующих масс.

К. Гульдберг и П. Вааге принимали, что «главная сила», действующая между реагирующими веществами А и В, выражается произведением $k.p.q.$, где p и q — «действующие массы» (весовые количества в единице объема) веществ А и В, а коэффициент пропорциональности k представляет собой «коэффициент сродства». Аналогично выражается «главная сила» для противоположной реакции; при равновесии эти силы равны друг другу: $kpq = k'p'q'$. Это есть выражение «закона действия масс». Свой труд Гульдберг и Вааге закончили следующими словами: «Исследования этого предмета более трудны, более продолжительны и менее плодотворны, чем работы, занимающие большинство химиков, т. е. открытие новых соединений. Во всяком случае, по нашему мнению, ни что не могло более быстро поднять химию до степени истинно точных наук, как именно такие исследования, каким посвящен этот труд. Все наши желания исполнились бы, если бы этим трудом нам удалось привлечь

серьезное внимание химиков к ветви химии, которой, бесспорно, слишком пренебрегали с самого начала нынешнего столетия» [4, стр. 344].

На призыв норвежских ученых откликнулись ученые различных стран. Первым был Ю. Томсен — датский термохимик, который уже в 1869 г. применил закон действующих масс для изучения распределения основания между двумя кислотами, исходя из величин теплот нейтрализации данного количества основания избытками смеси двух кислот. Затем в 1873 г. в Германии появилась работа А. Горстмана по термодинамике диссоциации, подтверждавшая выводы Гульдберга и Вааге. Тремя годами позже к исследованиям в этом направлении подключается и Оствальд. В 1876 г. появляется его первая статья на тему: «Объемно-химические исследования». Эта статья начиналась с анализа и оценки теории Гульдберга и Вааге. По мнению Оствальда, сочинение Гульдберга и Вааге делает «эпоху в истории учения о сродстве». «Оно содержит не столько полную теорию химического сродства, сколько, по существу, решение частной проблемы, проблемы действия масс. Но это решение столь изящно и просто и столь хорошо согласуется с различнейшими опытами, что приведенная оценка вполне оправдана» [5, стр. 386—387].

В. Оствальд поставил перед собой задачу изучить состояния равновесия, которые возникают при распределении одного основания между двумя кислотами, обладающими неодинаковой степенью сродства к этому основанию, или при распределении одной кислоты между двумя основаниями.

В. Оствальд, следовательно, изучал тот же вопрос, что и Ю. Томсен, но судил о распределении по изменению объема при нейтрализации.

Этой же теме была посвящена магистерская диссертация Оствальда; она ставила задачей решение проблемы химического сродства путем изучения количественного распределения оснований между различными кислотами при помощи определения плотности соответствующих растворов [6].

В. Оствальд сливал вместе два различных раствора, способных реагировать между собой. После реакции молекулярный объем раствора изменялся и отличался от суммы объемов первоначальных растворов. Эти измере-

ния Оствальд довел до высокой степени точности (пятый десятичный знак) при помощи пикнометра Шпренгеля.

В докторской диссертации «Объемно-химические и оптико-химические исследования» (1878) Оствальд привлекает к изучению данной проблемы оптические методы исследования [7]. Он показал, что в законе действующих масс:

$$\frac{p_1 \cdot q}{p \cdot q_1} = \frac{k}{k_1} = K_2,]$$

где p , q , p_1 , q_1 — величины активных масс (т. е. концентрации) четырех веществ равновесной системы, коэффициенты сродства k и k_1 определяются двумя факторами. Он пояснил это следующим образом: «Определив количественно распределение оснований между различными кислотами при помощи физических свойств, каковы плотность и светопреломляющая способность, и опираясь также и на химические явления, я пришел к заключению, что сила химического сродства между кислотой и основанием обусловлена произведением двух факторов, из которых один зависит только от кислоты, другой только от основания. Эти факторы я назвал коэффициентами сродства; они выражают численно то, что обыкновенно неопределенно называют «силою» или «слабостью» кислоты или основания.

Таким образом, всякому телу соответствует по отношению к химическим действиям, им производимым, некоторый численный коэффициент, столь же свойственный и столь же для этого тела характерный, как и частичный (т. е. молекулярный.— *Авт.*) его вес» [8, стр. 512—513].

Развивая свои идеи, Оствальд пришел к ошибочному заключению о связи между «сродством» и скоростью реакции. «Исходя из предложенных мною постоянных сродства и пользуясь законом действия масс Гульдберга и Вааге, находим, что скорости химических реакций должны относиться между собой как квадраты соответствующих им постоянных сродства*.

...Таким образом, определение скорости реакции позволяет измерить приходящие во взаимодействие силы сродства. Если, как указано выше, химическое сродство есть

* Отсюда Оствальд устанавливает, что коэффициент сродства равен корню квадратному из константы равновесия реакции:
 $k = \sqrt{K_c}$.

свойство данного вещества, то аналогичные вещества должны при различных реакциях действовать со скоростями, пропорциональными между собой, и всякая реакция, ход и скорость которой могут быть точно измерены, пригодна, таким образом, для измерения постоянных средств взаимодействующих тел» [8, стр. 513].

В 1879 г. английский химик Паттисон Мюир опубликовал обзор работ по химическому средству [9]. В свой обзор он включил и работы Оствальда, дав им положительную оценку. Такое внимание и признание работ начинающего ученого весьма окрылило и ободрило Оствальда. Еще более уверенно он продолжал исследования в начатом направлении, надеясь решить проблему химического средства, но она оказалась гораздо сложнее, чем предполагал Оствальд. Многие из его теоретических представлений, как оказалось впоследствии, были ошибочными. В свете теории электролитической диссоциации экспериментальные данные, полученные Оствальдом, получили совершенно иное толкование.

Уже к концу 80-х гг. XIX в. выяснилось, что химическое средство обладает специфической природой и не зависит просто от веса реагирующих компонентов. Оказалось также ошибочным принимать в качестве меры для определения величины средства продолжительность химической реакции, или ее скорость, ибо, как выяснилось, скорость химического превращения зависит не только от природы реагирующего вещества, но и от многих других переменных: температуры, среды, влияния катализаторов, присутствия примесей и т. д.

«Журнал физической химии»

В конце 1885 г. Оствальд задумал издавать новый журнал по физической химии. Нельзя сказать, что в этом деле у него не было предшественников. С 1820 по 1824 г. Гильберт в Германии издавал журнал «Анналы физики и физической химии» (*Annalen der Physik und physikalische Chemie*). Статьи физико-химического характера печатались также в таких известных журналах, как «Анналы физики и химии» (*Annalen der Physik und Chemie*), издававшиеся Поггендорфом, а затем Видеманом; «Сообщения Немецкого Химического общества в Берлине» (*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin*);

«Журнал Русского физико-химического общества»* и многих других. Оствальд рассматривал эти солидные журналы как печатные органы «старой» химии и физики. Для новой, молодой физической химии, по его мнению, нужен был свой журнал.

Обладая высокими организаторскими способностями и ясным пониманием необходимости печатного органа для физико-химиков нового поколения, Оствальд уже вскоре находит издателя и получает поддержку от своих коллег по науке.

В начале 1886 г. он обращается в Амстердам к Вант-Гоффу, с которым был знаком по переписке и которого очень ценил как высокоталантливого исследователя, с просьбой быть соиздателем и соредактором журнала. Вант-Гофф отвечает согласием. Это была большая удача Оствальда, ибо Вант-Гофф уже вскоре на страницах нового журнала опубликует ряд таких работ, которые привлекут к журналу внимание химиков всего мира.

Затем Оствальд пишет письма известным ученым в Англию, Францию, Россию, Италию с приглашением принять участие в издании этого журнала.

Сохранилось письмо Оствальда из Риги (1886 г.), адресованное Д. И. Менделееву. Мы приведем полностью текст этого весьма интересного письма, ибо оно рисует нам замысел основателя журнала.

«Уважаемый коллега!

С Нового года я собираюсь, после окончания своего учебника, основать журнал по общей (физической) химии. Он будет носить, в известной мере, международный характер и должен служить общим органом для всех представителей этой молодой отрасли знания. Смею ли я надеяться, что и Вы, уважаемый коллега, поддержите это начинание присылкой своих статей, а также тем, что Вы разрешите поставить Ваше имя среди имен основателей журнала?

* В 1876 г. Д. И. Менделеев внес предложение о соединении химического и физического общества в одно физико-химическое общество с единым журналом Русского физико-химического общества. Мотивируя свое предложение, он писал: «Давно ли эти науки (химию и физику.— Авт.) стали делить? В предметах много общего, переходы на каждом шагу». Поэтому, по его мнению, необходим союз химиков и физиков, чтобы совместными усилиями более успешно решать поставленные физико-химические проблемы.

ZEITSCHRIFT
FÜR
PHYSIKALISCHE CHEMIE

STÖCHIOMETRIE UND VERWANDTSCHAFTSLEHRE

UNTER MITWIRKUNG

VON

M. BERTHELOT IN PARIS, J. W. BRÜHL IN FREIBURG, TH. CARNELLEY IN DUMFRIES,
H. LE CHATELIER IN PARIS, C. M. GULDBERG UND P. WAAGE IN CHRISTIANIA,
A. HOFMEYER IN HEIDELBERG, H. LAMBERT IN BERLIN, O. LEHMANN IN AACHEN,
D. MENDELÉJEV UND N. MENSCHUTKIN IN ST. PETERSBURG,
LOTHAR MEYER IN TÜBINGEN, VICTOR MEYER IN GÖTTINGEN,
L. F. NILSON UND O. PETTERSSON IN STOCKHOLM, L. PFAUNDLER IN INNSBRUCK,
W. RAMSAY IN BRISTOL, Y. M. RAOULT IN GRENOBLE, R. SCHIFF IN MODENA,
W. SPANG IN LÜTTICH, J. THOMSEN IN KOPENHAGEN, F. E. THORPE IN LONDON
SOWIE ANDERER FACHGENOSSEN

HERAUSGEGEBEN VON

WILH. OSTWALD UND **J. H. VAN'T HOFF**
PROFESSOR A. D. UNIVERS. ZU LEIPZIG PROFESSOR A. D. UNIVERS. ZU AMSTERDAM.

ERSTER BAND

MIT DEM BILDNIS VON R. BUNSEN
66 TEXT-FIGUREN UND 5 TAFELN.

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1887.

Титульный лист 1-го тома «Журнала физической химии»

Я позволяю себе эту просьбу, потому что питаю большое желание с помощью журнала положить конец досадной раздробленности физико-химических работ. Для этого нужно, чтобы товарищи по специальности выступали по возможности единым фронтом, а это, в свою очередь, может быть достигнуто вернее всего, если новое предприятие будет связано с именами, имеющими такой вес, как Ваше.

В надежде, что моя просьба будет встречена согласием, остаюсь преданный Вам

В. Оствальд, профессор Рижского политехникума» [10]

Письмо от Оствальда получил и профессор Петербургского университета Н. А. Меншуткин. Оствальд писал ему: «Уже долгое время я имел намерение, покончив с моим учебником, издавать журнал общей (физической) химии, чтобы собирать рассеянные работы из этой области. Теперь этот план приводится в исполнение, и я позволяю себе просить Вас о поддержке его в виде присылки статей и побуждения к тому же Ваших молодых соотечественников, работающих в той же области. Мое предприятие с самого начала будет носить международный характер, так как обещали участвовать ученые Италии, Голландии, Швеции, Дании и Англии. Я думаю, мне нечего распространяться о пользе такого предприятия в деле разработки и развития нашей научной дисциплины. Наибольшая польза получится, конечно, в том случае, если принимающие участие ученые будут действовать по возможности единодушно. Я был бы Вам очень признателен, если бы Вы позволили мне в объявлении о журнале поместить Ваше имя среди основателей его»[11].

Н. А. Меншуткин на это предложение ответил положительно. Скоро пришло новое письмо от Оствальда, в котором он, поблагодарив Меншуткина за его согласие участвовать в журнале, сообщил, что он уже заручился сотрудничеством профессоров Менделеева, Вааге, Гульдберга и Шпффа*.

* Аналогичные письма Оствальд послал — немецким ученым: Ю. Брюлю, А. Горстману, Л. Мейеру, В. Леману, В. Мейеру, Г. Ландольту; французским ученым: М. Бертло, А. Ле Шателье, Ф. Раулю; английским ученым: Т. Карнелли, В. Рамзаю, Т. Торпе; К. Гульдбергу, П. Вааге, Л. Нильсону, О. Петерсону и Ю. Том-

В 1887 г. Оствальд направил письмо в Америку к В. Гиббсу, в котором приглашал знаменитого американского ученого сотрудничать в журнале физической химии. Оствальд также выразил желание своих коллег и свое личное, чтобы труд Гиббса, являющийся основным в освещении вопросов приложения термодинамики к проблемам химии, стал более доступным. «Не могли бы Вы,— писал Оствальд Гиббсу,— переиздать его в расширенном виде, с приведением характерных примеров, в которых теперь нет недостатка? Должен признать, что Ваше произведение очень трудно, особенно для химиков, редко владеющих нужным математическим аппаратом. Я был бы очень доволен получить Ваше согласие на немецкое издание, и с радостью взял бы на себя хлопоты о переводе и опубликовании. Таким образом, изучение этой области науки значительно продвинулось бы, особенно в Германии» [12, стр 99].

В ответном письме Гиббса, в частности, говорилось: «... я очень рад, что Вы начали издавать такого рода журнал, перед которым, по-видимому, открываются интересные перспективы. Я живо интересовался его тематикой и всегда надеялся вернуться к ней, хотя в последние годы занят другими вопросами. Однако я не в состоянии дать какие-либо обязательства и могу лишь уверить Вас в моих добрых пожеланиях Вашему предприятию и в благодарности за интерес к моим работам.

Д. В. Гиббс» [12, стр. 100].

Первый том журнала вышел в Лейпциге в феврале 1887 г.

В начале обращения к читателям В. Оствальд, говоря о цели издания своего журнала, приводит длинную цитату из речи Дюбуа Реймона (1882 г.), начинающуюся следующими словами: «В противоположность современной химии мы можем физическую химию назвать химией будущего».

Дюбуа Реймон указывал на следующие отделы, долженствующие войти в область физической химии: математическая, оптическая, физическая кристаллография, учение о вращательной способности веществ, термохимия

сену — ученым скандинавских стран, работавшему в Италии химику Г. Шиффу. Все эти ученые дали согласие принять участие в издании нового журнала, и их фамилии были помещены на титуле.

с механической теорией газов и учением о диссоциации, электрохимия, учение об адсорбции и растворах и т. д.

К этому, по мнению Оствальда, приходится добавить очень немного, так как в своем «Учебнике общей химии» он уже изложил в систематическом порядке материал по этим отделам физической химии.

Предисловие подписано 2 января 1887 г. в Риге, хотя на заглавном листе уже обозначено, что редакторы журнала — В. Оствальд — профессор Лейпцигского университета, и Вант-Гофф — профессор Амстердамского университета. В первом томе с портретом Бунзена помещены классические работы Вант-Гоффа «Роль осмотического давления в аналогии между раствором и газом» и Аррениуса «О диссоциации растворенных в воде веществ». Здесь же мы встречаем статьи Рауля, Ле Шателье, Спринга, Брюля, Рамзая и Планка, русских ученых: Менделеева, Меншуткина, Коновалова и других. Журнал сразу стал основным международным печатным органом физико-химиков.

Основание этого журнала отвечало потребностям времени. Это доказывается быстрым ростом объема журнала: 1-й том содержал 678 страниц, следующий том — уже 1000 стр., а затем начали выходить ежегодно по 2 и более томов*.

До 1905 г., когда Оствальд оставил пост директора Физико-химического института, вышло 50 томов журнала (каждый том содержал 6, иногда 12 выпусков). За это время (18 лет) для своего журнала Оствальд, помимо довольно большого числа научных статей, написал еще 4000 рефератов и рецензий. Полемические выступления, рецензии и рефераты Оствальда были направлены главным образом на то, чтобы устранить препятствия, стоящие на пути новых физико-химических идей. Почти каждый из рефератов — не простая, бесстрастная констатация того или иного факта (выход новой книги, статьи, брошюры). Нет, даже в самой короткой заметке симпатии и антипатии рецензента звучали в полный голос. Здесь можно встретить и едкую критику противников, «невзирая на лица», и неподдельную радость по поводу новой победы «ионистов».

* С 1887 по 1922 г. вышло сто томов журнала. Для юбилейного 100-го тома Оствальд написал интересную статью «К истории Журнала физической химии», в которой рассказал, как он организовал подготовку и издание этого журнала.

Рефераты и рецензии Оствальда больше походили по стилю на темпераментный либиховский стиль оценки работ других авторов, чем на спокойный стиль годовых отчетов Берцелиуса. Правда, Оствальд не был таким едким, как Либих, но иногда он не жалел самолюбия авторов, что вызывало порой болезненную реакцию. С. Аррениус, настроенный более великодушно и спокойно, писал по этому поводу Г. Тамману: «Резкие рефераты Оствальда и с нашей точки зрения являются вредными; я сказал ему это, но он ответил, что иначе реферировать не может» [13, письмо от 8 мая 1899 г.].

До 1898 г. рефераты статей и книг писал сам Оствальд, а с 1898 г. рефераты статей начали составлять его ученики, а реферировать книги продолжал Оствальд. Оствальд реферировал книги не только по физической химии, но и по всем другим разделам химии (органической, неорганической, аналитической, физиологической), а также по физике, биологии, технологии, истории химии. Особым его вниманием пользовались, естественно, книги немецких ученых. Можно с определенной уверенностью сказать, что Оствальд не пропустил ни одного более или менее заслуживающего внимания труда немецкого ученого. В журнале часто печатались рефераты книг английских, французских и американских химиков и весьма редко — книг русских ученых. У читателя поэтому могло сложиться превратное впечатление о том, что в России вообще не выходило в тот период каких-либо серьезных трудов по химии. Между тем ведь именно в России в конце XIX и начале XX веков несколькими изданиями вышли «Основы химии» Менделеева, «Аналитическая химия» Н. Меншуткина — учебники, получившие широкое признание.

[«Основы» Менделеева были переведены на немецкий (1891), французский (1895) и английский (три издания) языки].

Если рефераты этих книг не появились на страницах «Журнала физической химии», то это говорит не о том, что Оствальд не знал о их существовании, а о его нежелании пропагандировать труды русских ученых*.

* Следует сказать, что у Оствальда иногда проскальзывало высокомерие, которое мешало ему в некоторых случаях объективно судить о роли отдельных наций в развитии мировой культуры и науки. Так, характеризуя состояние науки в Австрии, Оствальд

Отношение В. Оствальда к Д. И. Менделееву и его ученикам было сложным и противоречивым. Менделеева Оствальд ценил, как выдающегося ученого, открывшего периодический закон химических элементов, как автора первоклассных физико-химических исследований (поэтому-то Оствальд и пригласил Менделеева сотрудничать в издании нового журнала). Но, с другой стороны, Оствальду было известно скептическое отношение Д. И. Менделеева и Д. П. Коновалова к теории электролитической диссоциации Аррениуса. Резкие высказывания Менделеева против энергетического учения также не обошли стороной Оствальда. Очевидно, не без влияния этих высказываний Оствальд сознательно не пропагандировал труды тех русских ученых, которые не сочувствовали новому направлению работ лейпцигской физико-химической лаборатории.

Представляет большой интерес тот факт, что среди тех немногих книг русских авторов, которые прореферировал Оствальд в своем журнале физической химии, мы можем назвать книгу Н. А. Морозова «Периодические системы строения вещества. Теория образования химических элементов» (Москва, 1907), которая в 1910 г. была переведе-

отмечал, что в ней количество ученых, которое приходится на миллион населения, меньше, чем в Германии, это, по его мнению, объясняется «очень большим числом славян, в культурном отношении стоящих на более низкой ступени, чем живущие там немцы».

В XIX столетии роль славян, в частности русских, в развитии науки была, как известно, исключительно велика, и Россия по вкладу в развитие фундаментальных наук заняла одно из первых мест в мире.

Необъективное отношение Оствальда к России нельзя считать случайным и чем-то характерным именно для него. В этом вопросе Оствальд разделял мнение, бытовавшее среди определенных кругов прибалтийских немцев. Поселившись давно на территории Латвии и Эстонии, они рассматривали Прибалтику как немецкую провинцию русской империи. От царского правительства они в свое время получили большие привилегии, которые позволяли им в своем духе развивать экономику и культуру Латвии и Эстонии. Опасаясь потерять экономическое и культурное влияние, они всеми мерами стремились оградить Прибалтику от России. Поэтому включение русского языка в программу обучения, введение его в делопроизводство и другие меры русского правительства вызывали оппозицию и недовольство, которое сказалось и у Оствальда, как в его «Автобиографии», так и в ряде выступлений.

на немецкий язык *. В 1912 г. в «Журнале физической химии» [т. 78, стр. 640] появился реферат Оствальда следующего содержания: «Хотя автор идет довольно далеко в своих рассуждениях и этим самым на первый взгляд немного отталкивает читателя, все же референт (Оствальд.— Авт.) считает, что в этих рассуждениях многое достойно внимания. Автор допускает, что все элементы образуются из «архониума» с атомным весом 4, «протогелия» с атомным весом 2 и из «протоводорода» с атомным весом 1. В качестве конструктивной мысли служит идея, взятая из структурной химии. Отклонение от целых кратных чисел величин атомных весов, найденных экспериментальным путем, автор объясняет причиной взаимного действия электронов или подобных влияний.

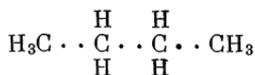
С остальными подробностями можно ознакомиться в оригинале. Они кажутся намного более благоприятными, чем этого можно было ожидать согласно краткому обзору».

В. Оствальд, следовательно, дав благоприятную и лестную оценку книге Н. А. Морозова, призвал читателей более подробно ознакомиться с монографией, содержащей ряд оригинальных новых идей **.

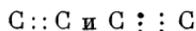
* N. A. Morosoff. Die Evolution der Materie auf den Himmelskörpern. Eine theoretische Ableitung des periodischen Systems. Dresden, 1910.

** Напомним, что в книге Н. А. Морозова впервые проводилась, например, мысль о возможности образования межатомной связи парой электронов, принадлежащих обоим атомам. Говоря о «возможности соединения атомов однородными пунктами сцепления с сохранением их зарядов», Морозов пояснял это следующим образом: «Соединение друг с другом пары однородных пунктов атомного сцепления ...происходит путем *дупликации* их зарядов, как бы слившихся в один».

Это было смелое нововведение в электронную теорию. Свою мысль о существовании двух видов связей, совпадающих, по сути дела, с современными представлениями о ковалентных и электрорвалентных связях, Морозов пояснил формулами, которые совпадают не только по внешнему виду, но и по смыслу с более поздними формулами Г. Льюиса и его последователей. Так, бутан Морозов изображал формулой



а кратные связи:





Я. Г. Вант-Гофф (1852—1911)

Оствальд сделал из своего журнала мощный рупор новых физико-химических идей. Этот журнал в значительной мере помог объединить физико-химиков различных стран и привлечь к новой науке внимание широких кругов химиков. Каждый том этого журнала отмечал путь развития молодой науки, ее завоевания, преодоление трудностей, заблуждения, столкновения мнений. Журнал Оствальда — это сокровищница материалов, характеризующих сложный процесс развития одной из первых стыковых, пограничных наук, теоретическое и практическое значение которой трудно переоценить.

В. Оствальд, как ученый и педагог, обладал ценным качеством: у него было сильно развито чувство нового. Он не только быстро замечал новые направления науки, но и активно включался в их защиту и пропаганду.

В. Оствальд первый, в 1885—1887 гг., в полной мере оценил революционизирующие идеи теории электролитической диссоциации Аррениуса и осмотической теории Вант-Гоффа. Он был одним из первых, кто в 90-х годах обратил внимание на важность систематического и плано-

мерного изучения химической кинетики и катализа в их совокупности. Именно это чувство нового помогло Оствальду опубликовать в 1887 г. в первом томе своего только что созданного журнала две статьи: «О диссоциации растворенных в воде веществ» Аррениуса и «Роль осмотического давления в аналогии между раствором и газом» Вант-Гоффа, содержащие новые фундаментальные руководящие идеи.

«Такой журнал,— по словам самого Оствальда,— был необходим, ибо вряд ли какое-нибудь из прежних временных изданий решилось бы печатать у себя подобного рода „ереси“» [14, т. I, стр. 248].

За примерами не надо было далеко ходить. Оствальд вспоминал, как теория Вант-Гоффа о пространственных формулах органических соединений была с негодованием и грубыми насмешками «уничтожена» в одном распространенном химическом журнале известным лейпцигским профессором (Г. Кольбе.— *Авт.*). В. Оствальд не побоялся, зная суровую критику теории Аррениуса со стороны многих авторитетных химиков, выдвинуть «крамольные» идеи этой теории в качестве основной программы работы своей физико-химической лаборатории.

Теория растворов

Теория растворов как одна из центральных проблем классической физической химии издавна привлекала к себе внимание многих крупных ученых. Еще в XVIII в. Ломоносов писал: «Теория растворов есть первый пример и образец для основания истинной физической химии».

Последующие работы Бертолле, Гей-Люссака, Абашева, Кремерса, Рауля, Менделеева явились ярким подтверждением этих слов Ломоносова [15].

В научном творчестве Оствальда исследования по теории растворов занимают видное место.

В 1884—1888 гг. Оствальд опубликовал серию работ под общим названием «Электрохимические исследования» [16], в которых была установлена пропорциональность между скоростями реакций кислотного гидролиза и скоростями, «с которыми части молекул этих же самих кислот осуществляют при электролизе перенос электричества».

В 1884 г. Оствальд показал [17], что в пределах ошибок измерений (достигавших иногда десяти процентов) имеет место полная пропорциональность между электропроводностью исследованных им 34 кислот и скоростью реакций кислотного гидролиза как при инверсии тростникового сахара, так и при каталитическом воздействии этих кислот на метилацетат.

Первоначально для объяснения найденных опытных данных Оствальд прибегал к следующим теоретическим соображениям, к которым его привел параллелизм между электропроводностью и скоростью реакции. Он цитирует Гитторфа, указавшего еще в 1859 г., что из электролитов лучше всего проводят ток как раз те вещества, у которых ионы, как у KCl, соединены между собой наиболее интенсивными силами химического сродства.

Эти представления столкнулись с затруднениями, связанными с тем, что Оствальд, как и многие химики его времени, принимал, что такие прочные соединения, как кислоты, не могут распадаться на ионы в растворе. Разумеется, что эти представления Оствальда никогда не могли бы привести к сколько-нибудь удовлетворительному объяснению результатов опыта.

Экспериментальные данные, полученные Оствальдом, нашли теоретическое объяснение только после того, как Аррениус разработал в 1884—1887 гг. теорию электролитической диссоциации [15, стр. 171]. Когда ряд величин молекулярных электропроводностей совпал с рядом, в котором кислоты располагались по их химической активности, Оствальд сразу признал правомерность выводов Аррениуса.

Измерение константы электролитической диссоциации какой-либо кислоты, как показали исследования Оствальда и Аррениуса, есть не что иное, как определение реакционной способности ее «кислотного» водорода в растворе.

Располагая кислоты в ряды по их способностям растворять щавелевокислый кальций, ускорять переход ацетамида в уксусноаммиачную соль, превращать каталитически уксуснометиловый эфир в спирт и кислоту, инвертировать сахар, ускорять взаимодействие между иодистым водородом и бромноватой кислотой, Оствальд нашел, что, несмотря на все разнообразие этих реакций, всегда получается та же самая последовательность кислот, как и в ряду, где они расположены по «силе», обнаруженной им



С. Аррениус (1859—1927)

при распределении одного и того же основания и найденной по термохимическому (Томсен) или по объемному (Оствальд) способу.

Правильно объяснить причины сильного изменения реакционной способности кислот и оснований в зависимости от концентрации Оствальд, как уже отмечалось, до появления теории Аррениуса не мог. Только после того, как он ознакомился с основными положениями теории электролитической диссоциации, он понял, что сила кислот или оснований определяется степенью их электролитической диссоциации.

В 1887—1888 гг. Оствальд предложил способ определения основности кислот по величине электропроводности их растворов. Он показал, что скорость химической реакции в растворах зависит от диссоциированной части растворенного вещества, т. е. от концентрации ионов. Константы скоростей реакции для различных кислот зависят только от скорости движения отрицательных и положительных ионов, если степень диссоциации кислот одинакова.

В 1888 г. Оствальд [18] нашел математическую закономерность, связывающую степень диссоциации электролита с его концентрацией. Исследуя электропроводность кислот при различных разбавлениях, Оствальд еще в 1884 г. пришел к выводу, что электропроводность кислот увеличивается с разбавлением, причем величины электропроводности асимптотически приближаются к некоторой предельной величине, значение которой для водных растворов электролитов (кислот, оснований и солей) очень близко, но не совершенно тождественно. Им было найдено, что для растворов слабых кислот и оснований увеличение электропроводности с разбавлением гораздо заметнее, чем для сильных кислот. В 1885 г. Оствальд сформулировал известный закон разбавления: «При увеличивающемся содержании воды молекулярная проводимость кислот продолжительно растет, чтобы асимптотически приблизиться к постоянным граничным значениям, которые не зависят от природы кислоты» [18; 19, стр. 442]. В одной из работ, написанных в 1888 г., Оствальд дал математическую формулировку закона разбавления. Он сравнивал электропроводность электролита с предельной ее величиной для бесконечно большого разбавления. Если μ_V — электропроводность при разведении V и μ_∞ — электропроводность при бесконечно большом разведении, т. е. предельная электропроводность, то $\frac{\mu_V}{\mu_\infty} = \alpha$ — диссоциированная доля электролита, $\frac{\alpha}{V}$ — концентрация ионов, $(1-\alpha)V$ — концентрация недиссоциированного электролита. Используя эти величины, Оствальд в 1888 г. вывел уравнение:

$$\frac{\alpha^2}{(1-\alpha)V} = K, \text{ или } \frac{\mu_V^2}{\mu_\infty(\mu_\infty - \mu_V)V} = K,$$

которое выражает влияние разбавления V на молекулярную электропроводность.

«Это уравнение, — писал Оствальд, — должно выражать общее поведение электропроводности бинарных электролитов, если теория диссоциации электролитов справедлива» [20, стр. 277].

Исследования Оствальда, произведенные над очень многими органическими кислотами, показали полную справедливость закона разбавления, согласно которому с разбавлением раствора (т. е. с увеличением V) увеличива-

ется степень диссоциации α ; величина K остается постоянной; она не зависит от разведения и, следовательно, от концентрации и потому является константой, характерной для способности данного вещества диссоциировать на ионы. Чем больше K , тем больше концентрация ионов и, следовательно, тем больше вещество диссоциировано.

Закон разбавления Оствальда — важный шаг в развитии и подтверждении теории электролитической диссоциации, так как дает определенный ответ на вопрос о зависимости степени диссоциации молекул электролита от концентрации раствора.

В 1888 г. Вант-Гофф и Рейхер доказали превосходное совпадение закона разбавления Оствальда с опытными данными, полученными при определении степени диссоциации с помощью измерения электропроводности и точки замерзания для уксусной, масляной и монохлоруксусной кислот (в пределах 0,0001 и 0,1 N). Статья этих ученых заканчивалась словами: «Было бы излишним указывать на прекрасное подтверждение, которое получает таким образом закон разбавления Оствальда; ни один случай обычной диссоциации не был проверен в столь широких пределах» [21].

В дальнейшем закон разбавления Оствальда подвергался неоднократной проверке. Было найдено, что для сильных электролитов и концентрированных растворов этот закон неприменим (факт, известный уже самому Оствальду). Уже в работе 1888 г. Оствальд отмечал, что «для растворов конечных концентраций соотношение

$$\frac{\alpha^2}{(1-\alpha)V} = \text{const}$$

вообще несправедливо, так как в электропроводность входит степень диссоциации как фактор, который от случая к случаю может быть различен» [18, стр. 37].

При изучении неводных и концентрированных водных растворов сильных электролитов выявились факты, которые классическая теория электролитической диссоциации не в состоянии была удовлетворительно объяснить. С момента возникновения теории электролитической диссоциации было загадочным то, что растворы самых типичных (сильных) электролитов не подчинялись закону разбавления Оствальда. Аномалии сильных электролитов заклю-

чались в увеличении констант диссоциации, вычисленных по закону Оствальда, с возрастанием концентрации электролита.

Когда в 1891 г. Д. Бертло проверил закон разбавления В. Оствальда на растворах хлористого калия и, пользуясь величинами электропроводности, найденными по закону Кольрауша, вычислил величину константы диссоциации, то Оствальд признал, что его «формула не выражает электропроводности сильно диссоциированных веществ», «что имеются отклонения вторичного характера» [22]. Исследования Нойеса (1903 г.) окончательно показали, что закон разбавления Оствальда неприменим для любого сильного электролита. Потребовались многочисленные исследования ученых конца XIX и начала XX вв., чтобы объяснить причину отступления сильных электролитов от закона разбавления Оствальда.

В 1888—1889 гг. Оствальд [23] произвел измерения электропроводности 240 кислот с целью определения зависимости константы электролитической диссоциации от состава и строения органических кислот. Он показал существование трех видов зависимости свойств соединения от свойств его составных частей:

а) аддитивность — зависимость свойств целого только от свойств его составных частей *;

б) коллигативность (кумулятивность) — зависимость свойств целого только от свойств и вида образующегося в процессе реакции комплекса, который затем распадается на довольно устойчивые индивидуальные соединения **;

в) конституитивность — зависимость свойств молекулы от ее стереохимического строения.

Полученные Оствальдом данные подтвердили общее положение теории химического строения — влияние отдельных атомов (или групп) зависит как от их природы, так и от их положения в «молекулярном здании». «Из того факта, что один и тот же элемент действует совершенно

* Аддитивность химических свойств молекул ныне положена в основу широко развивающихся сравнительных методов нахождения физико-химических величин.

** Это представление о наличии возникающего в процессе реакции промежуточного образования взаимодействующих молекул сыграло впоследствии важную роль в изучении реакционной способности образующихся молекул.

различно, смотря по положению, которое он занимает в молекуле... вытекает общий вывод, что упомянутое действие (взаимное влияние атомов в молекуле.— *Авт.*) есть функция расстояния между атомами»,— писал Оствальд [23] в 1889 г., т. е. за 6 лет до своего выступления против атомизма. Свою статью он закончил следующими словами: «Потребуется долгая и трудная работа, пока измерения приведут к результатам, которые помогут составить ясное и полное представление о виде молекул; но что цель эта достижима — это не подлежит теперь ни малейшему сомнению» [24, стр. 414].

Высоко оценивая это исследование, Нернст писал, что «Оствальдом было систематически изучено и с успехом использовано замечательное влияние, которое оказывают различные элементы и радикалы на кислотный водород органических кислот. Такие способы должны получить важное значение для понимания пространственного расположения атомов, тем более, что реакционная способность многих радикалов может быть выражена количественно» [25].

В настоящее время, благодаря трудам Бренстеда, Гаммета, Тафта и др., положение Оствальда о константах сродства (константах диссоциации), как количественной мере реакционной способности органических соединений, приобрело большое значение. Корреляционный анализ, основанный на принципе линейной зависимости свободных энергий, дает ценные данные о взаимосвязи строения и реакционной способности органических молекул. В. Оствальд одним из первых привлек внимание к одному из действий сил между ионами. Он указал, что вторая константа диссоциации двухосновных кислот всегда меньше первой. Он объяснил это тем, что электрическое притяжение между водородным ионом и отрицательным зарядом одноосновного аниона кислоты (HR^-) затрудняет отщепление второго атома водорода. В соответствии с этим представлением Оствальд нашел, что различие между обеими константами диссоциации становится тем больше, чем ближе друг к другу расположены в кислоте оба атома водорода; так, например, в щавелевой кислоте оно больше, чем в глутаровой.

Дальнейшие работы учеников Оствальда (Х. Бетман, 1890; Р. Бадер, 1890; П. Вальден, 1891), а также исследования Р. Вегшейдера, 1895; А. Ганча, 1894 и др. подтвер-

дили вывод Оствальда о том, что с введением электроотрицательных групп степень диссоциации органических кислот повышается, а при введении электроположительных — падает.

В 1890—1892 гг. Оствальд изучал спектры поглощения некоторых солей марганцевой кислоты, флюоресцеина, эозина, розоловой кислоты, т. е. веществ, содержащих один окрашенный ион. Основной вывод этого исследования гласил: спектры поглощения слабых растворов различных солей с одним и тем же цветным ионом тождественны между собой. Этот вывод являлся прямым следствием теории электролитической диссоциации.

В 1892 г. появилась работа Оствальда «О цвете ионов» в водных растворах [26]. По поводу ее Оствальд сообщал Аррениусу: «Исследование окрашенных растворов я только что закончил. Я исследовал около 300 солей с окрашенными ионами и нашел, как и следовало ожидать, что поглощение совершенно не зависит от второго иона. 280 спектров были сравнены с помощью фотографии, и сегодня я отослал рукопись и негативы в типографию; через 6 недель ты получишь статью» [27]. В этой работе на многочисленных примерах Оствальдом доказывалось, что все соли, у которых окрашен один из ионов, при таких разбавлениях, когда они практически полностью диссоциированы, дают тождественные спектры поглощения. Это положение Оствальда, требуемое теорией электролитической диссоциации, впоследствии часто оспаривалось, но еще чаще подтверждалось. Но в конце концов изучение вопроса о «цвете ионов» привело к накоплению фактов, которые не укладывались в рамки классической теории Аррениуса и потребовали новых теоретических концепций.

В том же письме Оствальд писал Аррениусу: «Я с головой ушел в электрохимию и откопал одну замечательную вещь. Согласно теории гальванических элементов Нернста

$$U = \frac{RT}{E^0} \log \frac{P}{p}$$

можно определять концентрацию P металлических ионов из электродвижущей силы; притом как раз в тех случаях, когда p очень мало (от 10^{-10} до 10^{-20}), можно делать хорошие измерения, тогда как всякий другой метод непри-

меним [например, ионы железа в $K_4Fe(CN)_6$, ионы кадмия в K_2CdI_4 и т. д.].

Точно так же можно измерять растворимость $AgCl$, AgI и т. д. Вообще, всякое аномальное ионное состояние характеризуется электродвижущими силами».

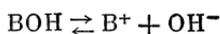
В 1897 г. Оствальд показал, что пересыщенный раствор может быть метастабильным, т. е. он может оставаться в гомогенном состоянии бесконечно долго, до тех пор, пока в него не введут подходящую затравку, которая может играть роль центров кристаллизации [28].

Согласно правилу Оствальда о последовательных ступенях реакции, при выкристаллизовывании переохлажденного расплава вначале образуется самая неустойчивая твердая модификация, обладающая наибольшим запасом энергии, которая переходит через ряд все менее неустойчивых форм в конечную устойчивую модификацию.

Рассматривая результаты аналитических исследований минеральных вод, Оствальд еще в 1889 г. обратил внимание на несоответствие этих данных теории электролитической диссоциации. По старой традиции в работах по аналитической химии сообщалось, что столько-то процентов $NaCl$, K_2SO_4 , Na_2CO_3 , NH_4NO_3 , $CaSO_4$ и т. д. содержится в анализируемой воде. Но все эти соли — электролиты, следовательно, в растворе они диссоциированы на ионы, комбинировать которые в определенные соли было ошибочно и нелепо в свете новых воззрений.

Это дало повод Оствальду серьезным образом пересмотреть старый материал аналитической химии и создать учебное руководство: «Научные основания аналитической химии» (1894), сыгравшее выдающуюся роль в развитии современной аналитической химии.

В. Оствальд разработал теорию кислотно-основных индикаторов. Согласно этой теории, каждый индикатор представляет собой слабую кислоту (HS) или слабое основание (BOH) с разной окраской нейтральной молекулы и иона (S — анион, B — катион). Например, у слабого основания метилоранжа катион B^+ имеет красный цвет, а недиссоциированная молекула BOH — желтого цвета. В растворе идет диссоциация:



с константой

$$K = \frac{[B^+][OH^-]}{[BOH]} = 2 \cdot 10^{-4}.$$

В этом случае прибавление щелочи подавляет диссоциацию индикатора и тогда усиливается желтая окраска, а прибавление кислоты увеличивает диссоциацию, повышается концентрация катиона V^+ — раствор приобретает красный цвет.

В 1897 г. Оствальд показал, что слабые кислоты следует титровать сильными щелочами с применением индикатора, который изменяет окраску в слабощелочном растворе, а слабые основания следует титровать сильными кислотами в присутствии индикатора, окраска которого изменяется в слабокислом растворе. В свое время эти представления сыграли прогрессивную роль в развитии аналитической химии. По новой теории кислот и оснований Бренстеда оствальдовское деление индикаторов на две формы получило более общее толкование.

В работах Оствальда обсуждались вопросы растворения и осаждения — проблемы весьма актуальные для аналитической химии. Оствальд полагал, что так как растворимость очень мелких частиц весьма велика, то необходимо, чтобы свежее образованный осадок «созрел» путем растворения мелких частиц и роста крупных. Этими представлениями долгое время руководствовались аналитики. В настоящее время «оствальдовскому созреванию» не придается, однако, такого значения, как раньше [29].

В 1900 г. Оствальд [30] вывел уравнение о связи между размером частиц твердого тела и его растворимостью. Это уравнение усовершенствовал Фрейндлих в 1909 г. [31].

Согласно уравнению Оствальда — Фрейндлиха:

$$\frac{RT}{M} \ln \frac{S_2}{S_1} = \frac{2\sigma}{\rho} \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right),$$

где S_1 и S_2 — растворимость шарообразных частиц с радиусами r_1 и r_2 соответственно; M — молекулярный вес; σ — поверхностное натяжение на поверхности раздела между твердым веществом и жидкостью; ρ — плотность твердого вещества.

После работ Аррениуса, Вант-Гоффа, Оствальда наблюдалось сильное увлечение водными и притом разбавленными растворами, что не могло не привести к одностороннему развитию учения о растворах. Долгое время считалось почти общепризнанным, что растворы электролитов в неводных растворителях не обладают значительной электропроводностью, так как они в этих растворителях не дис-

соцированы. Об этом не раз говорили Аррениус, Оствальд и другие физико-химики.

В 1893 г. все, что Оствальд мог сообщить во втором издании своего «Учебника общей химии» об электролитах в неводных растворах, было изложено на 3 страницах, в то время как водным растворам была посвящена глава об электропроводности электролитов объемом приблизительно 150 страниц. В 1903 г. Оствальд в новом третьем издании «Учебника общей химии» электропроводности неводных растворов отводит всего 5 страниц, а глава об электропроводности водных растворов занимает около 500 страниц.

Но было ли правильным столь широко распространенное в 80—90-х годах прошлого века мнение об исключительной роли воды?

Этот вопрос требовал решения. На первый план выступало изучение влияния неводных растворителей на процесс диссоциации электролитов. Для дальнейшего развития учения о растворах важно было знать, можно ли распространить на область неводных растворов те закономерности, которые были найдены при изучении водных растворов.

Первоначально многие ученые придерживались мнения, что неводные растворы подчиняются теории Вант-Гоффа без поправочного коэффициента i , т. е. $PV = RT$. Это обстоятельство имело большое влияние на последующее изучение неводных растворов, так как стало распространяться и приобретать силу мнение, согласно которому считалось, что все неводные растворы характеризуются отсутствием ионов и потому не являются проводниками электрического тока. Лучшее всего характеризует это положение разговор, имевший место в 1895 г. между В. Оствальдом и американским физико-химиком Л. Каленбергом, бывшим тогда еще в рядах самых восторженных сторонников теории Аррениуса: Каленберг в одной из своих статей писал, что его поразило отсутствие работ, посвященных изучению электропроводности неводных растворов, и потому он, находясь в лаборатории Оствальда, обратился к нему с вопросом о причине такого равнодушия ученых к целой научной области. Оствальд совершенно категорически ответил, что неводные растворы не могут проводить ток, так как у всех растворителей, кроме воды, отсутствует способность вызывать диссоциацию растворенного вещества.

Оствальд по этому поводу писал в 1893 г.: «Вода, относительно своей способности образовывать электролитические растворы или расщеплять вещества на ионы, занимает исключительное положение, которое не присуще... ни одному другому веществу» [32, стр. 705]. Такая точка зрения находилась в полном согласии с идеями, лежащими в основе теории электролитической диссоциации, но с накоплением экспериментальных фактов выяснилась ошибочность этого положения,

В 1889—1891 гг. появились работы И. А. Каблукова, посвященные измерению электропроводности растворов электролитов в органических растворителях.

В статье, опубликованной в 1889 г., Каблуков отмечал, что «изучение электропроводности различных растворов представляет немалый интерес для химика, в особенности, после работ проф. Оствальда, Аррениуса и др., указавших на тесное соотношение между электропроводностью растворов и другими их физическими и химическими свойствами. Ввиду этого мне казалось небезынтересным изучение электропроводности различных солей и кислот в спиртовых растворах» [33].

Заинтересовавшись решением вопроса о том, как влияет природа растворителя на химические свойства кислот, Каблуков исследовал электропроводность хлористого водорода в различных растворителях (бензол, ксилол, гексан, эфир и метиловый, изобутиловый, амиловый спирты). Им было найдено, что электропроводность HCl в эфире приблизительно в пять раз больше электропроводности HCl в ксалоле. В бензоле же она еще меньше, чем в ксалоле. Определяя электропроводность растворов HCl в эфире, Каблуков нашел, что она очень незначительна и уменьшается с разведением.

«Явление, — писал Каблуков, — неожиданное, так как для большинства водных растворов наблюдается обратное. Подобное уменьшение молекулярной электропроводности показывают также... растворы HCl в изоамильном спирте» [34, стр. 130].

Эти экспериментальные данные противоречили положению, принятому Оствальдом, о том, что электропроводность увеличивается с разведением раствора.

И. А. Каблуков, таким образом, впервые обнаружил явление *аномальной* электропроводности в неводных растворах.

В Архиве АН СССР хранятся интересные письма Сперанского к Каблукову из Лейпцига. В первом письме, написанному, по-видимому, в ноябре-декабре 1890 г., Сперанский писал: «Когда я уезжал из Москвы, Вы говорили, что собираетесь исследовать электропроводность кислот в спиртовых растворах; с этим вопросом здесь работал один американец и пришел к результатам, противоречащим диссоциационной теории. Если у Вас есть результаты, то печатайте их скорее, хотя Оствальд пока не собирается печатать полученных американцем данных. Я долго колебался, писать Вам об этом или нет, потому что это все-таки разглашение лабораторных тайн, а с другой стороны, мне стало досадно, что пропадут результаты работы, которую Вы начали ранее. Поэтому в надежде, что моя измена останется в тайне, я решил написать Вам» [35].

В другом письме, от 1 декабря 1890 г., Сперанский писал Каблукову: «Отвечаю Вам на Ваши вопросы. Американец называется Вакеман, работает у Оствальда второй семестр. Работал он над растворами уксусной и монобромуксусной кислот (кажется, только над этими). Нашел он, что молекулярная электропроводность с разведением не увеличивается, а уменьшается. Работу свою он пишет, вряд ли скоро напечатается; по крайней мере, в *Zeitschrift*, так как Оствальд очень огорчен этим открытием». (Работа Вакемана была опубликована в 1893 г.— *Авт.*) [36].

В 1891 г. Каблуков защитил в Москве докторскую диссертацию на тему: «Современные теории растворов (Вант-Гоффа и Аррениуса) в связи с учением о химическом равновесии», в которой подробно изложил свои исследования по электропроводности неводных растворов.

Работы Каблукова показали, что чисто физическая трактовка понятий о растворах недостаточна и что химизм своеобразного взаимодействия между растворенным веществом и растворителем, который неоднократно подчеркивался Менделеевым, накладывает яркий отпечаток на физико-химические свойства растворов.

С момента возникновения теории электролитической диссоциации против нее был высказан ряд возражений. В первых, возникал вопрос, почему такие прочные вещества, как, например, соли, сильные кислоты и основания, легче других распадаются на ионы. Казалось неправдоподобным, что при таком процессе, каким является растворение, электролиты распадаются на свои составные части при обыч-

ных условиях. Во-вторых, было также непонятно, как могут такие атомы, как К, Na и др., находиться в совершенно свободном состоянии в водном растворе, не взаимодействуя с водой.

В этом не было ничего удивительного, так как химики 80—90-х годов XIX века отождествляли понятие «ион» с понятием «атом». Происходило это от того, что понятию «атом» придавалось тогда качество абсолютной неизменности. Это представление об атоме, владевшее умами большинства ученых того времени, имело свои исторические корни и шло еще от Дальтона. Считалось, что атом не может быть разложен и остается неизменным в различных соединениях.

В. Оствальд вспоминал, с каким удивлением П. Клеве, учитель Аррениуса, известный химик, спрашивал его, указывая на стакан с водным раствором хлористого калия: «Но ведь это бессмыслица — допустить вместе с Аррениусом, что в растворенном хлористом калии хлор и калий отделены друг от друга?» И когда Оствальд ответил утвердительно, то «Клеве бросил на него взгляд, выражающий искреннее сомнение в его химической разумности» [37].

Английский ученый Т. Фитцпатрик, например, в 1888 г. писал, что «предположение о существовании в растворе «свободных» атомов несостоятельно; если бы в растворе находились свободные атомы хлора, раствор должен был бы обладать некоторыми свойствами хлорного раствора».

Теория Аррениуса на этот вопрос отвечала просто. В процессе электролитической диссоциации, например, поваренной соли образуются не атомы Na и Cl, а ионы Na^+ и Cl^- , которые обладают в связи с электрическим зарядом особыми специфическими свойствами, резко отличными от свойств электрически нейтральных атомов. Заряд электричества сильно изменяет свойства атомов; благодаря ему возможно, например, существование таких групп атомов как NO_3^- , SO_4^{--} и т. п., которые в свободном состоянии без электрического заряда неизвестны.

В. Оствальд писал, что «между элементами в обыкновенном состоянии и в виде ионов не только нет, но даже нельзя ожидать никакого сходства. Непринятие в расчет этого различия послужило почвой для большей части затруднений, с которыми столкнулись люди, не освоив-

шиеся с новейшими воззрениями при изучении этой области» [15, стр. 254].

Однако оставалось неясным, какие причины обуславливают появление свободных заряженных ионов в растворах, каковы условия существования ионов в растворе? Откуда берется энергия на самый акт разложения прочных соединений при растворении?

Надо сказать, что ни Аррениусу ни Оствальду в то время еще не было ясно, откуда появляются электрические заряды у частиц, образующихся при диссоциации электро-нейтральных молекул электролита. Не был ясен также вопрос о том, почему положительные ионы, находясь в растворе вместе с отрицательными, не разряжаются и не образуют нейтральных частиц.

Теория Аррениуса ответа на этот вопрос не давала. В связи с этим, с одной стороны, раздавались голоса о полной непригодности этой теории; предпринимались даже попытки заменить ее другой. Но эти попытки не имели успеха. С другой стороны, сторонники химической теории настойчиво обращали внимание на роль и влияние растворителей в процессах диссоциации. Было ясно, что игнорирование сколько-нибудь тесной связи между ионами и частицами растворителя, характеризующее теорию Аррениуса в первоначальном виде, составляло ее наиболее уязвимую сторону.

Странствующий проповедник новых теорий

Появление в 80-х годах XIX века теории электролитической диссоциации Аррениуса и осмотической теории растворов Вант-Гоффа вызвало в научных кругах горячие споры.

В. Оствальд был одним из первых ученых, кто активно включился в защиту и пропаганду теорий Аррениуса и Вант-Гоффа. Он возглавил «мушкетеров физической химии» (Оствальд, Вант-Гофф, Аррениус) и повел решительную, темпераментную атаку на своих противников.

Польский химик М. Г. Центнершвер в свое время справедливо отметил, что «признание теории Вант-Гоффа и ее так сказать канонизирование совершилось весьма быстро, чего нельзя сказать об открытиях, сделанных другими корифеями точных наук. Причина этого факта заключа-

ется в том, что почти одновременно с Вант-Гоффом выступил другой ученый, который способствовал развитию химии не только своими собственными исследованиями, но сумел также объединить исследования других в одно целое, выдвигая чужие заслуги с беспристрастием, редким в истории науки. Этим ученым был Оствальд» [38, стр. 214].

В. Оствальд надеялся, что его выступления и книги помогут «вербовать и создать новые кадры победного шествия нашей прекрасной науки».

«Журнал физической химии» был заполнен работами, посвященными опытному подтверждению законов Вант-Гоффа и теории электролитической диссоциации Аррениуса. Во многих своих работах Оствальд излагал и популяризировал теорию Аррениуса. Он с энтузиазмом боролся за научное признание и развитие воззрений Аррениуса. Оствальд много сделал для того, чтобы завербовать и подготовить новые кадры физико-химиков, необходимые для развития, укрепления и пропаганды теории растворов Вант-Гоффа и Аррениуса. Для пропаганды теории сыграл немалую роль его учебник общей химии, вторая часть которого, содержавшая изложение новой теории, вышла в свет в 1887 г. Оствальд писал статьи, реферировал многочисленные статьи и книги по электрохимии и теории растворов. Он то нападал, то защищался и всегда искренне радовался успехам теории электролитической диссоциации.

В одном из своих рефератов, посвященных дискуссии по теории растворов в Англии, Оствальд писал: «Если из формы и содержания нападения и защиты вытекает преданность истине и отрешение от побуждений, лежащих вне науки, как в данном случае, то столкновение умов приносит удовлетворение, и наука, о которой ведь идет речь в первую очередь, от этого выигрывает» [39].

Вспоминая это время, Аррениус писал: «Высказанный Вант-Гоффом закон Авогадро для разбавленных растворов был встречен еще сравнительно спокойно, ибо по вопросу о поведении растворов в этом отношении еще не было предвзятого мнения; но теория электролитической диссоциации, утверждавшая, что молекулы солей, части которых по старым представлениям удерживаются самыми мощными силами, разлагаются на свои ионы в водном растворе, считалась в основе ложной. Поэтому больша́я

часть нападок была направлена именно на этот пункт... Многим старикам этот расцвет казался слишком быстрым, они вышли из своего выжидательного положения, но их определенно попросили держаться подальше; это исходило главным образом от Оствальда, на личность которого поэтому в значительной мере была перенесена неприязнь к новому» [40].

Статья Вант-Гоффа в 1888 г. была опубликована в Англии, в одном из английских журналов в переводе В. Рамзая. Между Рамзаем и Оствальдом началась переписка, касающаяся новой теории растворов.

В 1888 г. Оствальд выполнил эксперимент, получивший известность как «радикальный эксперимент Оствальда». Отчет об эксперименте был опубликован Оствальдом и Нернстом в 1889 г. Этот же эксперимент был подробно описан в письме к В. Рамзаю 17 января 1889 г. Эксперимент заключался в следующем: в стеклянный сосуд, наполненный разбавленной кислотой, был опущен конец платиновой проволоки. Если проволока была заряжена отрицательно, на ее конце начиналось образование пузырьков водорода. Оствальд заявил, что этот факт является убедительным доказательством существования в растворе ионов водорода и осмотической ионной теории растворов.

В 1890 г. английские химики С. Пикеринг, Г. Армстронг, В. Фитцджеральд устроили специальное заседание Британской ассоциации в Лидсе, на которое пригласили Вант-Гоффа и Оствальда.

Чтобы сломить сопротивление английских противников, убедить малочисленных и сомневающихся и завербовать себе сторонников, Оствальд и Вант-Гофф согласились поехать на диспут. Направляясь в Англию, чтобы выступить в защиту новой теории электролитической диссоциации, Оствальд говорил: «Я еду, чтобы проповедовать новое евангелие среди неверующих» [14, т. II, стр. 125].

«Надеюсь, что для наших гостеприимных хозяев не будет обидным мое предположение,— писал Оствальд,— что они пригласили нас с доброжелательным намерением убедить, что мы заблуждаемся, и, дав нам хороший урок, с миром отпустить домой».

История науки знает, пожалуй, немного таких интересных и памятных публичных диспутов [41].

Дискуссия началась большим докладом Пикеринга «Современное положение гидратной теории растворов»

[42]. Пикеринг познакомил слушателей с работами Менделеева по теории растворов. При этом он сообщил результаты, полученные Менделеевым для растворов серной кислоты. Он так же, как и Менделеев, полагал, что особые точки на диаграмме «состав — свойства» соответствуют растворам определенного молекулярного состава. Пикеринг старался распространить положение гидратной теории не только на концентрированные, но и на разбавленные растворы и при помощи их объяснить аномальные явления, наблюдаемые для электролитов.

Выступая против теории Вант-Гоффа и Аррениуса, Пикеринг полагал, что растворитель нельзя считать недеятельной, инертной средой. По поводу теории Аррениуса он говорил, что «теория диссоциации солей на ионы непонятна большинству химиков. Она кажется несовместимой с нашими понятиями об относительном постоянстве различных тел с принципом сохранения энергии».

С. Пикеринг считал невероятным, чтобы прочные соединения, образование которых сопровождается значительным выделением тепла, почти полностью диссоциировали в воде. «Как можем мы допустить, — спрашивал он, — что чем прочнее тело, тем оно более склонно быть диссоциированным?» [42, стр. 158].

Затем выступили Д. Глэдстон, Дж. Уокер, В. Рамзай, Г. Армстронг, В. Фитцджеральд, О. Лодж.

Первоначально натиск на теорию электролитической диссоциации со стороны ее противников был очень сильным. «Этот натиск, — писал Оствальд, — благодаря своей силе и высокому научному положению противников, не мог не произвести большого впечатления. В этом случае борьба взглядов происходила главным образом путем частных обсуждений, которые велись несколько дней с большой горячностью и привели к некоторому сближению» [41, стр. 416].

Основным вопросом, вызвавшим горячую дискуссию, было утверждение Фитцджеральда, что допущение существования диссоциации не нужно. Возражая против этого, Оствальд говорил, что он «много лет тщетно искал точное выражение закона зависимости молекулярной проводимости от концентрации, пока применение к упомянутому явлению понятия диссоциации не дало сразу ключа к нему».

Второе замечание Фитцджеральда касалось того, что отношения самых различных свойств растворов, открытые

теориями Вант-Гоффа и Аррениуса, не являются доказательствами правильности этих теорий. По этому поводу Оствальд говорил: «Реальность наглядных схем, в которые облакаются вскрытые этими теориями закономерности, правда, недоказуема, но это относится к любой теории, поскольку она прибегает к наглядным построениям: точно так же недоказуемо как для этой, так и для всех прочих теорий, что не существует никаких иных схем, которые наглядно изображали бы те же закономерности... Но назвать теории, о которых идет речь, правильными можно лишь тогда, если утверждаемые ими соотношения всегда оправдываются на опыте. Это не значит, что некоторые пункты в них не нуждаются в разъяснениях; но и в этом данная теория разделяет судьбу со всеми прочими, даже с Ньютоновской теорией тяготения...

Трудности, представляемые кинетической теорией растворов, несомненно очень велики; но я не вижу причины применять кинетическую гипотезу, которая в последнее время все в большей мере проявляла себя как трудное в обращении и малоцелесообразное научное орудие, к простым опытным фактам, получившим достаточно наглядное выражение благодаря полной сравнимости (не только внешней аналогии) веществ в разбавленном растворе с веществами в газообразном состоянии. Ведь применение какой-либо гипотезы к некоторой области фактов может преследовать одну только цель — заключить о новых соотношениях на основании уже известных; поэтому я не вижу, для чего могла бы служить в данном случае кинетическая гипотеза, поскольку она встречает при объяснении даже простейших фактов из этой области столь значительные трудности, что от нее вряд ли скоро можно будет ожидать надежного руководства по неведомым путям. (Ошибочное отношение Оствальда к кинетическим теориям вызвано его энергетическими взглядами. Об этом более подробно см. главу IV. — *Авт.*)

Все трудности, подчеркнутые профессором Фитцджеральдом, взятые из области этих представлений, являются трудностями, связанными с кинетической гипотезой, а не трудностями вант-гоффовской теории, а потому их и нужно разрешать в области первой; если это не удастся, то мы имеем здесь аргумент против пригодности первой, а не против правильности последней» [41, стр. 410—421].

«Первые дни,— вспоминал Оствальд,— говорили исключительно наши противники, так что до известной степени можно было думать, что мы уже убиты научно. Когда же после продолжительных и оживленных личных споров представители новых идей получили, наконец, слово даже на публичных заседаниях, картина сразу изменилась, так что мы могли расстаться с нашими хозяевами по-приятельски и не без триумфа» [15, стр. 275].

В. Оствальд прибегал в таких спорах к утонченной сатире и юмору. Это действовало сильнее, чем сухое, строгое логическое доказательство, сильный пункт которого был неприемлем его противникам.

Однажды Ю. Либих так охарактеризовал себя: «Я по натуре не сварлив; но раз дело дошло до спора, то во мне появляется какая-то страсть; тогда я все бросаю и отдаюсь борьбе, но это не та страсть, которая делает слепым и неспособным рассуждать; это своего рода страсть к борьбе; все мои чувства утончаются; я чувствую приток новых сил». Подобное испытывал и Оствальд.

Выступления сторонников теории электролитической диссоциации привели к тому, что «акции континентальных теорий,— по словам Оствальда,— стоящие вначале очень низко, явно стали подниматься» [15, стр. 275].

Вспоминая об интересных днях, проведенных в Англии, давших много для развития науки и способствовавших выяснению спорных вопросов, Оствальд писал: «Я должен сказать, что личным чувствам не место в научной статье. Иначе я позволил бы себе подчеркнуть, в какой мере было облегчено наше положение как странствующих проповедников отвергаемого в начале учения, личной предупредительностью, беспредельным гостеприимством и вниманием, так что миссия наша стала для нас радостной» [41, стр. 426].

Однако после съезда между Пикерингом и Оствальдом разгорелся резкий по форме спор, который вышел из рамок научного обсуждения и привел к обидам и даже к некоторому мщению. В письме к Аррениусу от 2 января 1892 г. Оствальд писал: «Что Пикеринг — добросовестный работник, я признавал не раз, но... я зол на него потому, что он обвинил меня в нечестности, и я решил пока что вообще не упоминать о нем. Глава из моей книги «Растворы» вышла сейчас на английском языке; я рад, что Пикеринг во всей книге не упоминается» [13]. В период споров

«ионистов» с «гидратистами» Оствальд часто в своем журнале, особенно в рефератах, в довольно резкой форме критиковал неугодные ему взгляды. Естественно, что это вызвало ответную реакцию. Так произошло и в этом случае. Оствальд заявил, что определенные аргументы доказывают «нежелание этого господина (Пикеринга.— *Авт.*) понять своего противника в такой мере, что он теряет право претендовать на то, чтобы его выслушали по этому вопросу.

Поэтому дальнейшие его высказывания, как не способствующие развитию науки, не будут уже приниматься здесь во внимание» [43].

В ответ на это Пикеринг писал: «Мне, конечно, будет позволено сделать некоторые замечания по поводу нетерпимости в методах оппозиции со стороны человека, который является своим собственным критиком, издателем и публицистом. Приходится все же сожалеть, что эта нетерпимость заставляет его не только игнорировать законы вежливости, но и неправильно передавать факты» [44].

К концу 1892 г., по словам Аррениуса, «Оствальд завоевал Англию на $\frac{3}{4}$. Нынче осенью Оствальд и я отправимся в Эдинбург на съезд естествоиспытателей, он — чтобы довершить завоевание, а я — чтобы наконец повидать людей» [43].

В 1895 г. появился английский перевод «Теоретической химии» Нернста [45]. По этому поводу Оствальд писал: «Это является знаменательным фактом, так как английские ученые в своем большинстве были противниками теории электролитической диссоциации. Poleмика к концу 90-х годов стала стихать, однако не было преодолено молчаливое противодействие. Этому было немало признаков. После того, как не удалось уничтожить «еретическое» учение, делается по возможности все, чтобы его держать вдали и ограничить его влияние. Но эта тенденция находится в интересном противоречии: немецкие произведения, которые были опубликованы в этой области, не только были многократно переведены на английский язык, но и нашли очень широкий сбыт. Дело здесь, вероятно, обстоит таким образом, что более старые ученые, которые господствуют в официальной прессе, еще являются противниками новых теорий, но зато подрастающее поколение уже в сущности встало в ряды сторонников теории электролитической диссоциации» [46].

В одной из своих работ английский химик Г. Армстронг отмечал, что теория электролитической диссоциации «была принята окончательно известной школой химиков, во главе которой стоит Оствальд, считающий всех, кто не разделяет с ним этих взглядов, еретиками, достойными злой казни, не в качестве плодотворной гипотезы, но как абсолютная истина» [47]. Стремясь обсудить всеобщую приложимость и вероятность этой теории, Армстронг горячо выступил против немецкой школы физико-химиков в защиту химических воззрений на природу растворов.

Распространение теории Аррениуса среди русских ученых шло медленно при сильном сопротивлении ее противников. В России противниками теории электролитической диссоциации были Д. И. Менделеев, Н. Н. Бекетов, Д. П. Коновалов, Ф. М. Флавицкий, П. Д. Хрущов, В. Ф. Тимофеев и многие другие.

В. Оствальд сочувственно относился к работам Менделеева по растворам. В своих письмах он отмечал большое значение работ Менделеева в этой области. По поводу книги «Исследования растворов по удельному весу» (1887) он, например, писал Менделееву: «Ваша книга содержит огромный труд. Я надеюсь, что разработка этой проблемы будет очень плодотворной для науки». Но в своих печатных работах Оствальд давал иную оценку химической теории растворов.

Впоследствии в автобиографии Оствальд писал, что обсуждение вопроса относительно природы растворов «оживилось вследствие вмешательства известного русского химика Менделеева... С большинством химиков своего времени он предполагал, что между растворителем и растворенным веществом возникают химические соединения, для доказательства которых он применил средство, которое было также оригинально, как и неправильно» * [48, т. II, стр. 128—129].

* Отметим, что критика Оствальдом гидратной теории основывалась на его неправильных представлениях об отсутствии в растворах дискретности, разрывов сплошности. «Из всего, что мы знаем об однородных жидких системах,— говорил он,— следует, что в них нет разрывов непрерывности: в частности, известные до сих пор законы химического равновесия не дают ни малейшего основания предполагать, что если мы будем непрерывным образом изменять соотношение составных частей в однородной смеси, то следствием этого будут скачкообразные изменения со-

Реферирова в своем журнале книги сторонников химической теории растворов, Оствальд весьма скептически относился к их результатам и теоретическим выводам. Так, по поводу книги Скотта [49] Оствальд в 1892 г. писал, что в Англии «у так называемой гидратной теории дни сочтены». При этом он добавил, что это бы «устранило большое препятствие научному развитию» [50].

В. Оствальд и С. Аррениус внимательно следили за борьбой сторонников новых и старых представлений о природе электролитических растворов в России. Сперанский сообщал Каблукову 8 марта 1890 г.: «Тамман писал Оствальду, что Вы на съезде, делая доклад, высказались против теории ионов; то же слышал и Аррениус, который приезжал сюда на несколько дней; я, помня наш разговор с Вами, отрицал это, но потом меня взяло сомнение. Мне очень интересно знать, изменили ли Вы свой взгляд на теорию ионов или нет. Оствальд, по-видимому, принимает к сердцу всякое нападение на ионы и очень был недоволен возражениями Бекетова против Вашего реферата. Я со своей стороны все более и более перехожу в противники этой теории» [51].

Вначале казалось, что химическая и физическая теории растворов находятся в непримиримом противоречии, что они исключают друг друга. В истории науки имеется немало примеров, когда в первоначальный момент развития два учения кажутся совершенно противоположными.

Но с течением времени оказывается, что противоречия вовсе не являются такими непримиримыми, как думали вначале, что каждая из двух теорий представляет лишь крайнее и одностороннее решение проблемы. Все это выяснилось в результате непрерывной борьбы между сторонниками той и другой теории.

В 1891 г. Каблуков указал на различие между взглядами Аррениуса и теми, которые можно развивать, основываясь на теории Менделеева. Каблуков писал: «По нашему мнению, вода, разлагая молекулы растворенного тела, входит с ионами в непрочные соединения, находящиеся в состоянии диссоциации; по мнению же Аррениуса, ионы свободно двигаются, подобно тем отдельным ато-

ответствующих состояний равновесия или изменения с прерывными производными» [41, стр. 381].

мам, которые происходят при диссоциации молекулы га-лоидов... при высокой температуре» [34, стр. 86].

Формулируя главный вывод своего исследования, Каблуков писал, что «на раствор одного тела в другом следует смотреть, как на такую среду, в которой находится смесь различного рода продуктов химического взаимодействия между растворителем и растворенным телом. Растворитель, действуя на растворенное тело, изменяет его физические и химические свойства, и от величины взаимодействия между растворенным телом и растворителем зависят все свойства раствора» [34, стр. 215].

В лице Каблукова и Кистяковского мы видим ученых, которые старались найти и нашли пути объединения химической теории растворов и теории электролитической диссоциации.

«Я никогда не забуду, — писал Каблуков, — те горячие споры, которые происходили по поводу теории электролитической диссоциации в нашем химическом отделении общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, а также во время съездов русских естествоиспытателей и врачей. В этих прениях принимали участие такие видные представители русской науки, как академик Н. Н. Бекетов, мой учитель В. В. Марковников, профессор Казанского университета Ф. М. Флавицкий, все они напали на тех начинающих ученых, которые рещались выступить с пропагандой теории растворов» [52].

Выход в свет диссертации Каблукова Оствальд отметил в своем журнале специальным рефератом, в котором указал на значение этой работы и изложил основное ее содержание. Он писал, что это «сочинение можно приветствовать как радостный знак возрастающего интереса наших славянских соседей к новым теориям» [53].

С течением времени дискуссия вокруг теории Аррениуса и Вант-Гоффа стала утихать. Новые теории получили признание и широкое распространение и применение [54—55]. Аррениус не без гордости мог писать, что положение «ионистов исключительно благоприятно... Я думаю, что каждый из нас имеет основание искренне порадоваться. Вероятно, такому результату в большой мере способствовало то, что различные ученые, работавшие в этой области, выступали столь единодушно, и что вопреки тому, как, к сожаленю, бывает слишком часто в научных вопросах, здесь не было места бешеной ненависти и

принижения заслуг. С одной стороны это, с другой, популярные сообщения Оствальда в учебниках и в газетах» [13].

Дополненная идеями о гидратации ионов, теория электролитической диссоциации, в защиту которой так рьяно выступал Оствальд, торжествовала одну победу за другой.

К концу 90-х годов, по словам Аррениуса, «дикое войско ионистов стало очень ручным и старым. Прошли добрые старые времена. Все согласны в том, что должно появиться что-то новое» [13]. Это понимал и Оствальд. Закончив исследования в области теории растворов, он выбрал новую, заманчивую и малоизученную область исследования — катализ. 7 ноября 1892 г. Оствальд писал Аррениусу, что его заинтересовала статья последнего относительно роли атмосферного электричества в образовании катализаторов в живых организмах, что «бсюду мы наталкиваемся на катализ и имеем все основания весьма серьезно им заняться» [13].

«Когда в 1897 г. Лейпцигский институт физической химии перешел в новое прекрасное здание,— писал Оствальд,— я начал там работу не без боязни за будущее. Предыдущий период принес весьма обильный урожай. В таких больших отделах, как химическая динамика и электрохимия, были сделаны значительные успехи; казалось, на долю нового института вместо интересных походов в неисследованные страны выпала лишь практическая задача — разработка приобретенного. Тогда я сказал себе: часть девственного леса мы должны оставить за собой. Мы не желаем отказываться от наслаждения, какое испытываешь, проникая на землю, куда еще не ступала ничья нога. Но из всех путей, ведущих к этой цели, ни один не казался столь благодарным и многообещающим, как катализ»

Впоследствии, объясняя, почему именно с 90-х годов XIX в. на передний план физико-химических исследований выдвинулось изучение химической кинетики и катализа, Оствальд писал, что «для техники знание законов, управляющих скоростью химических реакций, является вопросом чрезвычайной важности, так как только при знании этих законов возможно овладеть применяемыми в каждом случае реакциями. Особенно это важно для медленно протекающих процессов, чтобы быть в состоянии их ускорить, так как и для химической индустрии, как и для всех, время — деньги» [56, стр. 197—198].

Катализ

В 1909 г. В. Оствальд получил Нобелевскую премию за работы по катализу. К тому времени он уже прекратил экспериментальные исследования в этой области, но в статьях и книгах проблема катализа им неоднократно обсуждалась. Изучение характера каталитических явлений и роли катализаторов — эта тема проходит почти через всю научную биографию Оствальда, а экспериментальные исследования в разнообразных областях катализа занимают огромное место в его научном творчестве.

Можно выделить несколько направлений в работах Оствальда по катализу:

1) историко-научный анализ данной проблематики: ранние работы в этой области, формирование первых представлений о катализе и его теориях*;

2) экспериментальные исследования каталитических процессов. В большей своей части эти работы сводились к изучению кинетики каталитических реакций (инверсия тростникового сахара, исследование разложения эфиров в водных растворах в присутствии кислот и средних солей и омыления сложных эфиров и др.);

3) общие проблемы катализа (сущность этого явления, формулировка соответствующих понятий, классификация явлений катализа);

4) проблема биологического катализа, ее теоретические и экспериментальные аспекты.

В. Оствальд указывал, что почти на всех участках поля химической науки мы имеем дело с каталитическими явлениями. Каталитическую роль играют двуокись азота и платина в получении серной кислоты, хлористый алюминий в реакции Фриделя — Крафтса и т. д. «Одним словом, повсюду, куда мы ни обратим свой взор, мы наталкиваемся на каталитические явления» [56, стр. 219].

В. Оствальд считал, что проблема катализа имеет огромное значение не только в рамках химической науки, но и за ее пределами. Изучение катализа, по его глубокому убеждению, должно дать науке ключ к решению ряда биологических проблем.

* Представляя это направление как первое в области работ по катализу, мы, конечно, не собираемся относить его к наиболее важным областям работы Оствальда по катализу.

В. Оствальд также подчеркивал значение философского анализа каталитических явлений, который поможет глубже разобраться в таких проблемах, как проблемы времени, причины, условия и следствия процессов.

Заслуги Оствальда в области катализа не исчерпываются его теоретическими выводами по общим вопросам катализа, важны также конкретные исследования ученого, весьма способствовавшие прогрессу этой области химии. Велика роль Оствальда как организатора каталитических исследований; он привлек широкое внимание к ним многих ученых, в первую очередь работавших у него в Лейпцигском институте. Молодым ученым он открыл глаза на значение этой проблемы в целом и ее различных аспектов для науки и практики.

Не все взгляды Оствальда в этой области выдержали проверку временем и остались в золотом фонде науки, но несомненно, что его работы составили определенный этап в развитии катализа,— были значительной вехой в его истории, стимулировали развитие исследований в данной области.

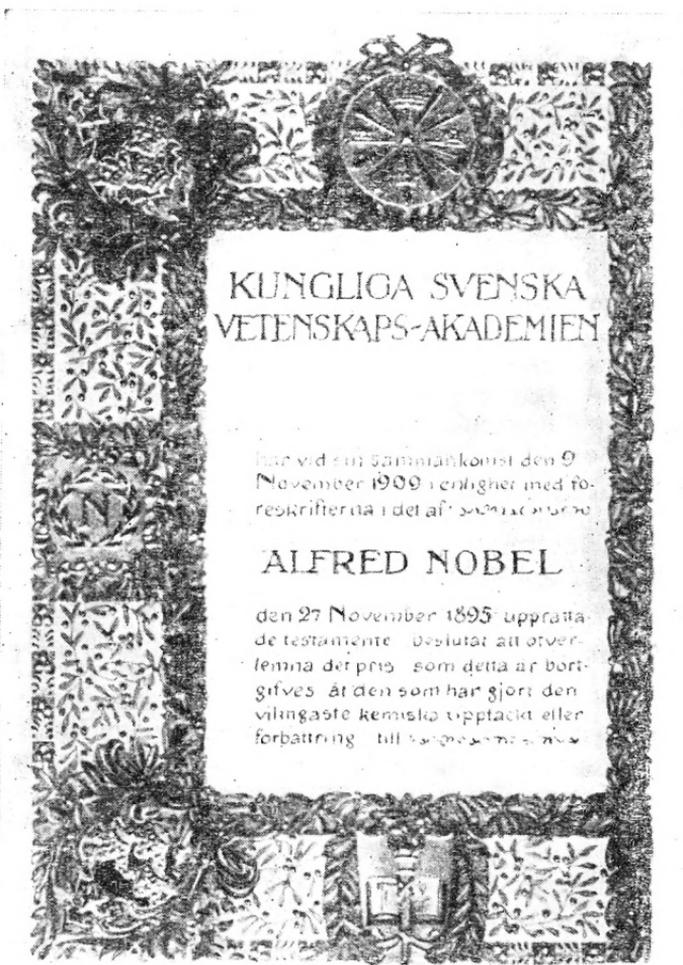
Среди ученых конца XIX и начала XX столетий, пожалуй, не было никого, кто бы так широко и разносторонне подходил к проблеме катализа, как Оствальд.

Историко-научные работы Оствальда по катализу

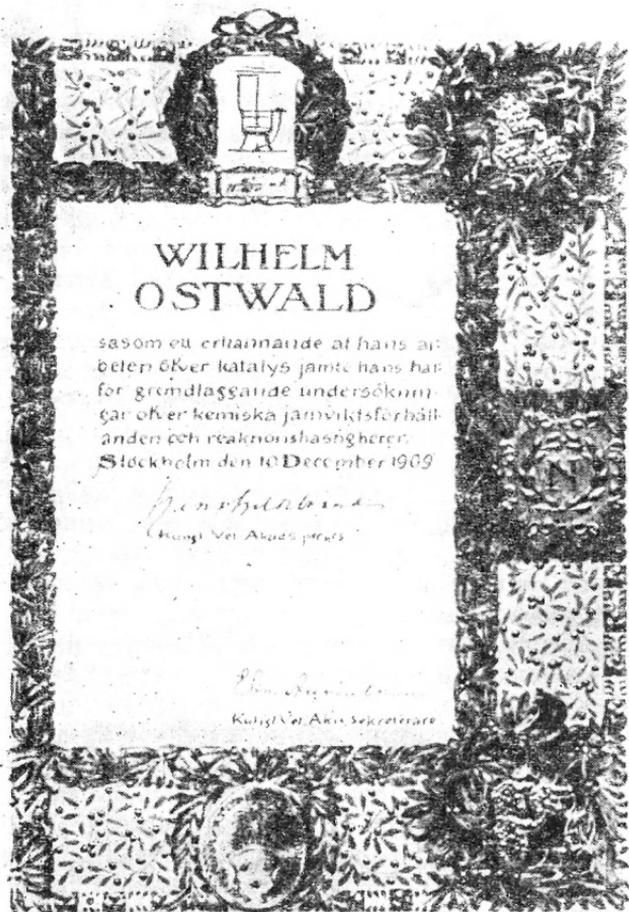
В. Оствальд был, по-видимому, первым, кто систематически изложил развитие представлений и работ по катализу, показал их значение для дальнейшего прогресса в этой области, раскрыл связи данной проблемы с различными направлениями развития химии и смежных наук, в первую очередь биологии.

Исторические экскурсы у Оствальда встречаются во многих работах, но наиболее полный исторический анализ проблемы катализа содержится в его известной речи о катализе, произнесенной в 1901 г. в г. Гамбурге на съезде естествоиспытателей* и в его книге «Эволюция основных проблем химии» [56].

* В 1923 г. к семидесятилетию Оствальда его ученик Г. Бредиг — крупный немецкий химик — переиздал в серии «Классики науки» (№ 200) эту речь, снабдив ее вступительной биографической статьей и примечаниями.



Диплом Нобелевского лауреата,



врученный Оствальду 10 декабря 1909 г.

В. Оствальд, рассматривая в историко-химических очерках историю катализа, высказал ряд интересных мыслей по методологическим проблемам истории науки.

История катализа, как отмечал Оствальд, начинается с работ петербургского химика К. С. Кирхгофа, который в 1811—1812 гг. обнаружил, что крахмал при действии разбавленных кислот переходит сначала в декстрин, а затем в сахар [57]. Кислота при этом не претерпевает никаких изменений. Действие таких кислот, как серная и соляная — сильное, фосфорной — слабее, при действии уксусной совсем не получается сахара. При кипячении с водой образуется декстрин, не переходящий в этих условиях в сахар. Несколько позднее Кирхгоф показал, что полный гидролиз крахмала и образование сахара заканчиваются быстрее в присутствии солода, чем серной кислоты.

Науке, писал Оствальд, не оставалось тогда ничего другого, как зарегистрировать все эти факты без всякой попытки их объяснения. Техника же быстро завладела этим таинственным для науки открытием и извлекла из него пользу задолго до того, как было найдено ему объяснение.

Важное практическое значение получили работы Клемана и Дезорма (1806 г.), показавшие роль окиси азота в процессе окисления сернистого газа.

В 1813 г. французский химик Тенар провел серию опытов по разложению аммиака в присутствии металлов. Им было установлено, что минимальное влияние оказывает платина, а максимальное — железо.

В 1818—1819 гг. появились работы Тенара по получению перекиси водорода при действии кислот на перекись бария. Перекись водорода в присутствии незначительных количеств посторонних веществ, как это было установлено Тенаром, бурно разлагается с выделением кислорода.

Немецкий химик Дёберейнер в 1821—1822 гг. нашёл, что если в струе вытекающего в воздух водорода держать губчатую платину, то она накаляется и может даже зажечь эту струю [58].

В 1823 г. Фарадей обнаружил, что губчатая платина разогревается при пропускании водорода.

В 1834 г. Митчерлих изучил реакцию образования эфира из спирта с помощью серной кислоты. Он указывал, что этот процесс важен не только потому, что в ходе его получается эфир, но главным образом потому, что он яв-

ляется примером своеобразного химического образования посредством контакта. Им было убедительно показано, что образование эфира обязано не водоотнимающей функции серной кислоты, ибо добавление к спирту других водоотнимающих веществ не приводило к образованию эфира. Оказалось, что серная кислота не мешает отгоняться тому количеству воды, которое получается при реакции: следовательно, если серная кислота не может задерживать воду, то она не может и отгонять ее. Митчерлих пришел к заключению, что в данном случае серная кислота вызывает химическое действие только своим присутствием, причем она совершенно не связывается в течение реакции. Митчерлих объединил в одну группу явлений большинство известных к тому времени каталитических реакций, как-то: образование и разложение эфиров, гидролиз крахмала кислотами, химические реакции на металлах, брожение сахаров, разложение с помощью серной кислоты спирта на этилен и воду.

В 30-х годах с первыми теоретическими обобщениями по группе химических явлений, названных Берцелиусом (1835 г.) катализом, выступили Берцелиус и Либих.

Сравнительный анализ работ этих химиков, сделанный Оствальдом, интересен, так как он характеризует его историко-научные и методологические позиции.

Как известно, Берцелиус в 1835 г. ввел понятие о каталитической силе, которая действует во всех процессах *. «Каталитическая сила, — писал Берцелиус, — состоит в том, что то или другое вещество одним своим присутствием, а не своим сродством может разбудить дремлющие при данной температуре химические сродства, так что вследствие этого элементы в каком-нибудь сложном веществе перегруппировываются в такой новый порядок, которым вызывается более сильная электрохимическая нейтрализация» [56, стр. 211]. Это положение Берцелиуса Оствальд интерпретирует таким образом: имеются такие химические системы, которые не находятся в равновесии, но, несмотря на это, не изменяются во времени; каталитическая сила будит «дремлющее сродство», т. е. переводит систему в

* Работы Берцелиуса по катализу привлекли к себе большое внимание современников, вызвали весьма оживленную дискуссию и получили различную оценку среди ученых последующих поколений [59].

более устойчивое положение химического равновесия. Заслуга Берцелиуса, по мнению Оствальда, состоит в том, что он объединил химические реакции, имеющие выше охарактеризованные особенности, в отдельный класс, названный им катализом. По мнению Оствальда, важно и то, что Берцелиус предупреждал против преждевременного создания теории катализа, ибо на той стадии развития данного вопроса теории могли иметь только спекулятивный характер.

Ю. Либих же в противовес Берцелиусу отбросил термин, введенный последним, «так как этот термин не включает в себе (как этого хотел Берцелиус) и не обещает в будущем объяснения этих явлений». Сам Либих выдвинул, по мнению Оствальда, «бесплодную гипотезу молекулярных ударов» [56, стр. 214]. Согласно этой гипотезе, катализатор передает свои колебания реагирующему веществу.

Ю. Либих видел общую причину катализа в повышении активности реагентов. Он различал химические соединения, не одинаковые по своей устойчивости. Устойчивые тела разлагаются под влиянием тепла или соединения с активными телами, а неустойчивые постепенно разлагаются сами. Но постепенно идущее разложение делается внезапным при соприкосновении с тонко распыленным углем, платиной и бесчисленными другими твердыми телами, причем эти последние не претерпевают при этом никакого изменения. Эти тела действуют как носители «усиленного движения составных частей», которые при соприкосновении передаются частицам реагентов.

В. Оствальд считал теорию Либиха бесплодной, не оказавшей влияния на дальнейшее развитие представлений о катализе. Он выдвигал следующие аргументы против либиховского представления о катализе. Первое: приписываемые частицам катализатора движения не могут быть ни доказаны, ни измерены. Второе (по мнению Оствальда представляющее основной недостаток либиховской теории): из нее «нельзя сделать ни одного более или менее вероятного экспериментального вывода, правильность которого можно было бы проверить на опыте», т. е., иными словами, эта теория не «работала». Ко всякой гипотезе, говорил Оствальд, предъявляется требование, чтобы она давала указания на неизвестные еще соотношения, которые, однако, можно проверить опытом; чтобы она позво-

ляла связать изображаемое явление с каким-нибудь другим фактом и, таким образом, дать нам повод исследовать, действительно ли существует такая связь. «Если же эта гипотетическая картина ограничена самим только одним изображаемым ею явлением, то она представляет тогда пустое название, без всяких реальных последствий» [56, стр. 218].

Указанными недостатками, по словам Оствальда, отличается механистическая теория катализа Либиха — «бесплодная гипотеза молекулярных ударов», оставлявшая всю проблему катализа такой же неподвижной, какой она и была без этой «гипотезы».

В. Оствальд указывал, что такое понимание катализа у Либиха составилось из представления о способе действия дрожжей, о котором у него как раз в это время шел спор с Пастером. Пастер рассматривал превращение сахара в спирт и углекислоту под влиянием дрожжей, как результат жизнедеятельности дрожжевых клеток, тогда как Либих это действие объяснял тем, что органические вещества, заключающиеся в дрожжах и находящиеся в состоянии разложения, передают сахару импульс к движению.

Отмечая «ахиллесову пяту» либиховской концепции катализа, Оствальд не удержался от антиатомистического выпада, связав застой, существовавший в течение долгого времени в области катализа, с тем, что в химии господствующие позиции были заняты атомистикой, игнорировавшей изучение этих явлений. Он писал: «Причина этого поразительного явления заключается в том теоретическом презрении, которое механистическое миросозерцание * питало против явлений катализа. Мы здесь имеем самый блестящий пример вредного влияния механистических гипотез, и указание на такие примеры весьма полезно, так как до сих пор обыкновенно обращали внимание только на хорошие стороны этих гипотез» [56, стр. 217—218]. В этих словах Оствальд в значительной мере грешит против исторической истины, так как начиная примерно с 50-х годов XIX столетия расширение круга каталитических явлений шло преимущественно за счет открытия новых органических реакций и переосмысливания ранее известных, т. е. наибольшее внимание этой проблеме уделялось теми

* Под «механистическим миросозерцанием» Оствальд понимал атомистические представления.

химики, которые безоговорочно находились на позициях атомно-молекулярной теории. Для этих ученых атомистическая теория была действенным оружием в исследовательской работе. Они считали, что без понимания особой «игры» атомов и молекул вникнуть в механизм катализа не представлялось возможным.

Отсутствие общей плодотворной концепции катализа до последней четверти XIX столетия, по мнению Оствальда, объяснялось тем, что в химию еще не вошло должным образом понятие времени и не были начаты систематические определения скоростей химических превращений, отражающих наиболее существенную сторону каталитических процессов.

Рациональное изучение явлений катализа до появления химической кинетики не было возможным, так как он (катализ), по мнению Оствальда, состоит «в изменении скорости химических реакций вследствие присутствия веществ, отсутствующих в конечных продуктах реакций» [60].

В. Оствальд правильно отмечал, что застой в области исследований по катализу был преодолен вследствие «рациональной выработки понятия», благодаря осознанию того, «что при катализе дело заключается в вопросах химической кинетики». Ученый полагал необходимым перевести решение вопросов катализа на рельсы химической кинетики, поскольку количественная оценка данного эффекта, состоящего в изменении скорости реакции, возможна с ее помощью. Оствальд писал: «Я не знаю в истории науки ни одного примера, где бы одна только рациональная выработка понятий без всякого значительного увеличения фактического материала с таким блеском проявила бы свое решающее, благотворное влияние на развитие науки, как в данном случае» [56, стр. 220].

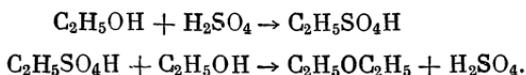
Таким образом, решающее значение в осуществлении поворота в изучении проблемы катализа имели не столько экспериментальные успехи, обогатившие науку новыми, но отрывочными фактами, сколько выработка понятия, объединившего эти факты в одну систему и связавшего катализ с химической кинетикой.

Отсюда видно, какую роль Оствальд отводил теоретическим представлениям, как высоко оценивал он их значение в решении научных проблем.

В упоминавшейся речи 1901 г. Оствальд далеко не полно охарактеризовал развитие представлений в области

катализа. Так, указывая на появление работ по изучению промежуточных реакций для объяснения каталитических явлений, Оствальд ограничивался только ссылкой на работу Клемана и Дезорма по окислению сернистого ангидрида, не упоминая при этом весьма плодотворной линии исследования в органической химии, берущей свое начало с работ А. Вильямсона по изучению механизма образования простых эфиров [61].

А. Вильямсон в 1851—1852 гг. изучал реакцию этерификации алкоголя серной кислотой. Им было доказано, что сначала образуется этилсерная кислота, которая затем отдает свою этильную группу другой молекуле алкоголя:



Таким образом, данный процесс является двухступенчатым: он идет с образованием промежуточного продукта, взаимодействие которого с алкоголем дает эфир; при этом регенерируется серная кислота.

Большое значение этих работ отмечалось еще Л. А. Чугаевым в рецензии на указанный доклад Оствальда. Чугаев особо отмечал, что в исторической части своей речи Оствальд не проявил достаточной объективности. «Это обстоятельство тем более странно, что сам Оствальд, как видно, между прочим, из текста его речи, в последнее время стал относиться гораздо благосклоннее, нежели раньше, к той теории катализа, которая ведет свое начало от Вильямсона» [62].

В более поздних работах Оствальд уделял этой теории большое внимание, высоко оценивал ее значение в истории катализа. Так, в «Эволюции основных проблем химии» Оствальд писал: «Мысль объяснить каталитические явления промежуточными реакциями гораздо древнее самого понятия о катализе; эта идея была первой рациональной теорией образования серной кислоты» [56, стр. 229]. Как показано ниже, теория промежуточных реакций необходимо вытекает из более общей концепции Оствальда, сформулированной им в «правиле промежуточных ступеней реакции».

В 1904 г. Оствальд писал, что теория промежуточных реакций катализа уже получила широкую область применения.

В Нобелевской речи (1909) Оствальд отмечал, что нет достаточных оснований все случаи катализа относить к образованию промежуточных соединений в результате промежуточных реакций. Но в настоящее время, указывал Оствальд, в области катализа еще нет принципа, который по своей работоспособности был бы одинаков с учением о промежуточных реакциях*.

Экспериментальные исследования

Экспериментальные исследования по катализу занимали важное место в работе Рижской и Лепцигской лабораторий Оствальда, а затем его физико-химического института. Эти исследования проводились непосредственно самим Оствальдом и совместно с сотрудниками, а также некоторыми практикантами, которые работали в институте. Для экспериментальных работ Оствальда по катализу характерен большой диапазон вопросов, которыми он занимался.

Первым по времени был цикл работ по разложению эфиров в водных растворах на спирт и кислоту. Было установлено, что скорость этого процесса очень незначительна, она резко увеличивается при добавлении кислоты и зависит от количества и природы добавляемой кислоты. При добавлении винной кислоты этот процесс идет в течение многих недель, а в присутствии соляной кислоты — часы.

Результаты, полученные Оствальдом [63], сводятся к следующему: в каждый момент времени скорость распада эфира пропорциональна его концентрации, т. е. коэффициент скорости остается постоянным; каталитическое действие кислот возрастает с увеличением степени ее диссоциации, причем коэффициент скорости оказывается в первом приближении пропорциональным концентрации ионов водорода; каталитическая активность водородных ионов заметно увеличивается в присутствии средних солей.

* Нельзя согласиться с утверждением В. И. Кузнецова [59] о том, что Оствальд фактически отрицал теорию промежуточных соединений. Известная недооценка этой теории характерна для ранних работ Оствальда по катализу, но в более поздних работах Оствальд относит эту теорию к самым работоспособным среди других теорий катализа, хотя он и считал, что ею нельзя охватить полностью всю область каталитических явлений.

Работы Оствальда по катализу начались несколько раньше создания Аррениусом теории электролитической диссоциации. Уже с 1882 г. Оствальд проводит исследования каталитической активности кислот с помощью измерения сравнительных скоростей их реакций (гидролиз ацетамида, омыление метилацетата, инверсия тростникового сахара). Целью этих работ было определение активности кислот.

Оствальд установил пропорциональность между электропроводностью кислот и скоростью катализируемых ими реакций. Согласно прежним представлениям (до появления теории электролитической диссоциации), проводимость кислот (и вообще всех веществ) тем выше, чем больше сродство между частицами молекулы, т. е. (в случае кислот) чем больше силы связи $H - X$. Опыты, проведенные Оствальдом, указывали на обратное: кислота оказывалась тем активнее, чем слабее связь $H - X$, т. е. чем подвижнее атом водорода.

Вначале Оствальд пытался разрешить это противоречие, предложив особую механическую модель молекулы кислоты. По Оствальду, атом водорода связан с остальной частью молекулы химическим сродством, проявляющимся в форме механической живой силы. Атом водорода находится в состоянии колебательного движения и его обмен на атом другого элемента или радикал легче всего осуществим, когда между ним и остальной частью молекулы имеется «минимум притяжения». Чтобы объяснить наибольшую склонность к обмену атомов водорода в тех кислотах, где они связаны с другой частью молекулы наибольшими силами химического сродства, Оствальд предположил, что в таких молекулах колебания атомов водорода будут обладать минимальным периодом; следовательно, они окажутся способными к обмену.

В. Оствальд полагал далее, что измерение скорости разложения сложных эфиров может быть использовано для определения концентрации водородных ионов. Последнее было сделано первым английским практикантом Оствальда — Д. Уокером, исследовавшим гидролиз солянокислых солей некоторых слабых оснований; концентрация водородных ионов определялась им по скорости разложения уксуснометилового эфира [64].

В тесной связи с указанными работами находились исследования Оствальда по омылению сложных эфиров

(разложению эфиров основаниями), в результате которого образуется соль взятого основания и выделяется соответствующий спирт [65]. Предметом исследований было выяснение влияния природы взятых эфира и основания на скорость омыления. Кинетику реакции омыления в то время изучали многие ученые (Вант-Гофф, Аррениус и др.); они установили, что эта реакция имеет бимолекулярный характер.

Сильные основания омыляют эфиры приблизительно с одинаковой скоростью, а скорость реакции убывает с увеличением числа атомов в молекуле эфира.

В. Оствальдом было установлено, что при действии слабых оснований скорость омыления эфиров не описывается уравнением бимолекулярной реакции; в этих случаях происходит уменьшение константы скорости реакции со временем. Объяснение, данное Оствальдом, было таково: образующаяся средняя соль (в случае омыления этилового эфира уксусной кислоты аммиаком — $\text{CH}_3\text{COONH}_4$) оказывает сильное замедляющее влияние на скорость реакции, т. е. наблюдается явление отрицательного аутокатализа.

В. Оствальд в 1887 г. дал в общем виде вывод уравнения скорости реакций первого порядка для случая, когда продукт реакции обладает каталитическим действием. При этом принимался во внимание принцип независимости протекания отдельных реакций при изучении сложных органических превращений.

Уравнение имело вид:

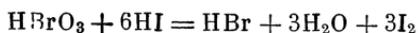
$$\frac{dx}{dt} = (k_1 + k_2x)(A - x),$$

где k_1 — константа скорости мономолекулярного превращения исходного вещества; k_2 — константа скорости взаимодействия исходного вещества с продуктами реакции; A — начальная концентрация исходного продукта; x — концентрация продукта реакции.

Изучая катализирующее действие хлористого водорода в реакциях этерификации и хлорного железа — в реакциях хлорирования, Оствальд высказал мысль, что эти вещества образуют соединения с органическими молекулами, имеющие характер электролитов [66]. Образование таких нестойких электролитов, как показали позже исследования П. И. Вальдена, В. А. Плотникова и др., происходит довольно часто в неводных растворах.

Оствальд наряду со многими другими исследователями изучал инверсию тростникового сахара. Это — типично каталитическая реакция, протекающая только в присутствии какой-либо кислоты, количество которой не изменяется. Константы скорости инверсии в присутствии различных кислот (0,5 N при температуре 25° C) уменьшаются (в ряду от соляной до муравьиной кислоты) в 61 раз.

Явления катализа Оствальд изучал также по реакции между 0,01 N растворами иодистого калия и бромата калия в уксусной кислоте. В системе должен выделяться иод, сообщающий соответствующую окраску раствору. Эта реакция протекала очень медленно, но сильно ускорялась при добавлении следов сульфата натрия. Добавление разбавленного раствора бихромата калия обуславливало мгновенное протекание реакции, причем катализатор не претерпевал никаких изменений. В этой серии исследований Оствальд изучил влияние кислот на реакцию



и установил, что реакция протекает тем быстрее, чем сильнее добавленная кислота: ее скорость увеличивается более чем в три раза при добавлении таких сильных кислот, как HCl, HNO₃, HBr, HOCl; напротив, скорость практически не изменяется при добавлении пропионовой, молочной и других слабых органических кислот.

В 1900 г. Оствальд [67] ввел термин «сопряжение реакций» или «сопряженные реакции», применяя его для реакций окисления кислородом, в которых получаются вещества, представляющие собой более энергичные окислители, чем кислород; в результате этого подвергаются одновременному окислению трудно окисляемые вещества. Представления Оствальда о характере сопряженных реакций были близки к точке зрения немецких физико-химиков Ф. Габера и Ф. Брана, развивших «перекисную теорию». Дальнейшее развитие это направление работ получило в исследованиях Р. Лютера и Н. А. Шилова, в особенности в классической монографии Н. А. Шилова: «Сопряженные реакции окисления», опубликованной в 1905 г.

В 1900 г. Оствальд начал большую серию исследований, посвященную проблеме фиксации атмосферного азота с целью получения азотной кислоты.

Интерес к этой проблеме возник у Оствальда под влиянием его учителя Шмидта, который в свою очередь под непосредственным влиянием Либиха заинтересовался проблемой круговорота веществ в природе, в первую очередь круговорота углерода, водорода, азота, серы.

Растения поглощают углекислый газ, воду, аммиак, а после своей гибели в результате процессов гниения и разложения их выделяют. Эту группу процессов Оствальд довольно образно назвал «мельницей жизни».

В 1900 г. ученый составил специальную записку*, в которой особо подчеркивал, что сельское хозяйство и промышленность Германии находятся в зависимости от импорта чилийской селитры (из нее в Германии производилось в то время 90% азотной кислоты). Предстояло изыскать иные пути изучения азотной кислоты и аммиака. «Азотные соединения из воздуха,— писал Оствальд,— были в то время своего рода философским камнем».

В. Оствальд начал экспериментальные работы с изучения проблемы синтеза аммиака. Ранее было установлено, что аммиак в присутствии слабо раскаленного железа распадается на элементы. Оствальд высказал предположение, что обратная реакция, т. е. образование NH_3 из водорода и азота, может быть проведена каталитически. Экспериментальные исследования Брауера (ассистента Оствальда) показали: взаимодействие одного объема азота с тремя объемами водорода в присутствии нагретой до слабого свечения железной проволоки приводит к образованию аммиака, но получить большие выходы последнего в этих опытах не удалось. Тем не менее в заявке на патент ученый писал: «Известно, что свободный азот и водород с помощью обычных средств не могут быть превращены в аммиак; только с помощью электрического разряда можно добиться осуществления этой реакции, которая идет очень медленно и продукт нестабилен. Я нашел, что соединение азота с водородом идет с помощью различных контактных веществ, или катализаторов, при температуре от 250 до 300° с заметной скоростью. Скорость этой реакции сильно возрастает с температурой. В качестве катализаторов служат разные металлы, главным образом железо и медь, если они имеют большую поверхность. Взаимодействие

* Этот вопрос Оствальд подробно изложил в 1903 г. в докладе: «Азот. Жизненный вопрос» [68].

никогда не бывает полным, процесс идет до установления равновесия, и образующееся количество аммиака зависит от количества исходных веществ. Чтобы соединение сделать устойчивым, нужно аммиак извлечь из реакционной смеси: это достигается добавлением воды или кислот. Газовая смесь, не вошедшая в реакцию, снова после охлаждения вводится в нее.

Количество аммиака в газовой смеси с увеличением давления растет, так что целесообразно синтез проводить при повышенном давлении.

Предмет патентования: получение аммиака и его производных путем соединения свободных азота и водорода с помощью контактных веществ» [14, II, стр. 284—285].

Оствальд писал в «Автобиографии», что вопросы синтеза аммиака, таким образом, получили принципиальное решение, и он мог поэтому считать себя духовным отцом новой отрасли промышленности. Оствальд организовал проверку результатов, полученных в лабораториях, в промышленных условиях. (По его словам, максимальный выход аммиака составил 8%.) Исследования Оствальда по синтезу аммиака продолжались около года, после чего он отошел от этой проблемы, передавая эстафету другим ученым.

Последующие работы Ф. Габера по определению констант скорости и равновесия реакции синтеза аммиака в большом интервале температур и исследования Нернста по изменению выходов аммиака в зависимости от давления позволили определить оптимальные условия для проведения процесса в промышленном масштабе.

Оказалось, что наиболее оптимальными условиями процесса являются давление в 200 атмосфер, температуры 500—600° и применение катализаторов (Cr, Mn, Fe, Ni, Os). «С помощью этих катализаторов,— писал Габер,— оба условия, которые, по нашему мнению, обуславливали техническую осуществимость процесса, были выполнены: одно относилось к содержанию аммиака, другое — к количеству продукта, вырабатываемому в час одним кубическим сантиметром контактной массы. При содержании аммиака в 5% процесс был уже не лабораторным, а техническим» [69].

Осенью 1901 г. Оствальд занялся проблемой получения азотной кислоты путем окисления аммиака. В научно-технических кругах скептически относились к возмож-

ности получения в промышленных условиях азотной кислоты путем окисления, тогда как Оствальд весьма оптимистически оценивал перспективы этого метода. В письме от 11 января 1902 г. он писал Аррениусу: «Я сейчас нахожусь в несколько напряженном состоянии; с одним ассистентом (Брауером.— Авт.) я разработал каталитическое сжигание аммиака в азотную кислоту, и теперь дело идет количественно и колоссально быстро. Так как соотношение цен NH_3 и HNO_3 примерно равно 1 к 6, то вопрос представляет интерес и с технической стороны, и особенно важен ввиду ожидаемого истощения залежей селитры в Чили»... [13].

Смесь воздуха и аммиака Оствальд и Брауер пропустили через стеклянную трубку, в которой находилась нагретая до свечения платиновая спираль. Первое исследование показало, что половина аммиака превращалась в азотную кислоту, если катализатором служит платина.

Дальнейшие опыты имели своей целью определение времени оптимального контакта газовой смеси с катализатором. В результате этих опытов было установлено, что замедление тока газовой смеси через сосуд, в котором находится катализатор, приводило к уменьшению выхода продукта реакции до 30%. Наоборот, при увеличении скорости прохождения газа удалось повысить выход азотной кислоты до 85%.

Полученные результаты вначале вызвали недоумение Оствальда, а затем он пришел к выводу, что их можно объяснить с позиций ранее установленного им принципа: если имеется система с повышенным запасом свободной энергии, то она не превращается непосредственно в систему с наименьшим ее количеством, а, изменяясь, проходит через ряд промежуточных ступеней, каждая из которых обладает меньшим запасом свободной энергии, чем предыдущая, но большим, чем конечное состояние системы.

Система аммиак — кислород обладает наибольшим запасом свободной энергии, система окись азота — вода — средним запасом, а система свободный азот — вода — наименьшим. При продолжительном контакте газовой смеси с катализатором образуется последняя система, не содержащая азотной кислоты; образование окиси азота происходит при «средней» продолжительности контакта исходной газовой смеси с катализатором. Таким образом,

Оствальдом была дана физико-химическая разработка технических условий окисления аммиака. В 1911 г. в Германии было уже изготовлено 1495 тонн нитрата аммония по способу Оствальда — Брауера.

Вскоре после получения весьма обнадеживающих результатов Оствальд устраняется от активного участия в продолжении этих исследований, оставляя за собою роль «катализатора», вдохновителя этих работ.

Если работы Оствальда по окислению аммиака получили широкое признание и высокую оценку, то его работа по синтезу аммиака и в периодической и в патентной литературе нашла слабое отражение. В работах Ф. Габера, В. Нернста, например, нет ссылок на исследования Оствальда по каталитическому синтезу аммиака [70], но в последующих статьях Г. Шваба*, В. Франкенбургера есть упоминание о работах Оствальда по синтезу аммиака [71].

Общие проблемы катализа

Определение понятия катализ и соответственно катализаторов дано в многочисленных работах и выступлениях Оствальда, начиная с 1891 г. и кончая самыми последними его работами, опубликованными незадолго до смерти.

Что такое катализ? В чем его специфика? Какое значение имеет проблема катализа для химии, а также для биологии, психологии и философии? — вот какие вопросы ставил Оствальд и пытался дать на них ответы.

Общее определение катализа у Оствальда остается почти неизменным на протяжении всей его научной деятельности, но оно, конечно, не исчерпывает всей сложности проблемы, всех ее аспектов. Оствальд в разное время акцентировал внимание на различных сторонах данной проблемы, рассматривая ее в различных ракурсах.

Первое определение катализа Оствальд предложил в 1891 г. Каталитический процесс идет при наличии

* По мнению Г. Шваба, «Нернст и Габер... не пошли бы по правильному пути, если бы Оствальд не выяснил столь однозначно теоретические основы катализа. Следовательно, только таким более общим и косвенным образом мы можем рассматривать Оствальда как отца, лучше как дедушку синтеза аммиака» [71, стр. 883].

определенных веществ, не присутствующих в продуктах реакции; эти вещества *вызывают* или *ускоряют* химическую реакцию [72].

Во всех последующих оствальдовских определениях катализа катализатор больше уже не рассматривался как инициатор химической реакции; ему приписывалась лишь одна роль: изменение (увеличение или уменьшение) скорости химической реакции.

В 1894 г. Оствальд предложил следующее определение: «Катализ — это ускорение медленно идущей химической реакции, обусловленное присутствием посторонних веществ» [73].

В 1896 г. Оствальд приходит к тому же выводу, а именно, что каталитические явления не представляют процессы особого рода, а состоят исключительно в ускорении или торможении уже идущей реакции [74].

В рецензии на работу Дюкло «Микробиология» Оствальд писал: «Мы знаем сейчас, что на основании принципов термодинамики нельзя заранее определить константы скорости реакции и, таким образом, в этом отношении имеется «свобода», используемая катализаторами» [75].

Согласно Оствальду, катализатором может быть любое вещество, которое изменяет скорость химической реакции, не изменяя ее энергетические факторы. Он писал: «Катализатором может служить любое вещество, которое изменяет скорость химической реакции, не появляясь в конечном продукте реакции» [76].

Оствальдовское определение катализа совпадает с определениями, которые были в то время предложены другими крупными химиками, по-видимому, не без влияния работ и взглядов Оствальда. Так, по Вант-Гоффу (1898), явление катализа состоит в ускорении или замедлении химической реакции, причем вещество, наличие которого определяет эти эффекты, не изменяется.

В. Нернст считал (1898), что катализ — ускорение реакции, которая протекает и без катализатора, но медленно. Подобные определения мы встречаем у А. Михаэлиса (1899): катализатор — это вещество, присутствие которого в системе, где термодинамически возможна реакция, обуславливает ее ускорение.

Из этого ряда несколько выпадает определение катализа, предложенное немецким химиком-органиком

Р. Вильштетером, которое, кстати, совпадает с первым определением катализа у Оствальда: катализатор не только ускоряет реакцию, но и инициирует ее.

Оствальд считал, что реакции, подвергаемые каталитическому влиянию, должны всегда протекать сами собой и без постороннего влияния*. Если бы этого не было, то были бы возможны нарушения второго закона термодинамики.

Из второго закона как следствие вытекал вывод: если реакция, ведущая к равновесию, подвергается каталитическому влиянию, то и противоположная реакция должна испытывать равное влияние. Примером этого положения может служить реакция этерификации, ускоряющаяся в присутствии сильных кислот. Те же катализаторы в равной мере ускоряют омыление этих эфиров водой.

Второе обобщение в области катализа, сделанное Оствальдом, состоит в том, что каталитическое влияние катализатора приблизительно пропорционально его концентрации, как это, в частности, имеет место при инверсии тростникового сахара, идущей пропорционально концентрации водородных ионов.

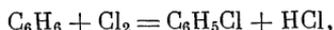
При одновременном присутствии катализаторов их действие не аддитивно, а дает эффект, превосходящий сумму их отдельных действий. Селективное действие катализаторов Оствальд показал на примере окисления иодистого водорода хлористой или бромноватой кислотой, ускоряющегося в присутствии солей железа и хрома, которые не действуют в этом направлении в случае окисления иодистого водорода иодноватой кислотой. В связи с последним он писал: «Похоже, что реакции, сами по себе протекающие быстро, являются мало чувствительными по отношению к положительным катализаторам» [78].

Два вопроса общего характера ставил Оствальд в ряде своих работ: 1) возможно ли все те многочисленные реакции, которые становятся заметны благодаря катализу, наблюдать и в отсутствие катализатора; 2) если вещество

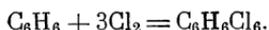
* В отношении оствальдовского определения катализа его ученик А. Митташ в 1926 г. писал: «С определением понятия о катализе как «об ускорении процессов, происходящих самостоятельно», мы далеко не уйдем, так как предпосылка, что образование различных продуктов происходит (хотя и весьма медленно) также в системе, не имеющей катализатора, лишена всякого экспериментального обоснования» [77].

своим присутствием ускоряет реакцию, то изменяется ли при этом только скорость реакции, или, может быть, наступает одновременно изменение самого характера реакции, например, вследствие образования промежуточных веществ?

Всякая возможная в гомогенной среде реакция, отвечает на первый вопрос Оствальд, действительно происходит, хотя, может быть, с неизмеримо малой скоростью. На второй вопрос Оствальд отвечает, обсуждая пример с хлорированием бензола в присутствии разных катализаторов. В присутствии хлористого олова происходит реакция замещения:



а в присутствии иода — присоединения:



В случае хлорирования бензола в отсутствие катализаторов с неизмеримо малой скоростью протекают обе реакции, одна из которых ускоряется специфическим катализатором. Смесь обоих катализаторов вызывает образование сравнимых количеств обоих продуктов.

Явление катализа имеет, согласно Оствальду, универсальное значение в том смысле, что для любого химического процесса может быть найден катализатор, а любой элемент или его соединения будут в соответствующих процессах действовать как катализаторы.

На вопрос, поставленный еще Берцелиусом, — существуют ли общие или специфические катализаторы? — Оствальд дал ответ, что существуют как те, так и другие катализаторы. Так, по его мнению, ион водорода является катализатором первого типа, а фермент — второго. Также, считал Оствальд, положительный ответ должен быть дан и на другой вопрос Берцелиуса: можно ли из одного вещества или смеси веществ с помощью различных катализаторов получить различные продукты?

Решительно отвергая гипотезу молекулярных колебаний Либиха, с помощью которой тот пытался объяснить причину катализа, Оствальд указывал, что «гораздо благосклоннее можно отнестись к другой идее, которая была высказана значительно раньше, но долгое время оставалась без должного внимания» [79, стр. 27]. Это — представление о роли промежуточных реакций, берущее свое начало с классической работы Клемана и Дезорма

(1806 г.) [58], в которой с этих позиций было дано объяснение действия, производимого окислами азота при окислении сернистой кислоты кислородом воздуха. Оствальд не приписывал теории промежуточных соединений универсальной роли. «Я полагаю,— писал он,— что найдется целый ряд каталитических процессов, к которым это объяснение не приложимо. Не приложимо это объяснение к явлениям отрицательного катализа» [79, стр. 31].

В докладе о катализе, сделанном в 1901 г. на съезде естествоиспытателей в Гамбурге, Оствальд дал классификацию контактных действий, выделив среди них следующие группы: 1) катализ в гомогенных системах; 2) гетерогенный катализ; 3) действие энзимов.

Он указывал, что катализаторы обладают не только расщепляющим, но и синтезирующим действием, и что под влиянием катализаторов могут совершаться и эндотермические реакции.

Наиболее интересным в теоретическом отношении и обширным из явлений контактного действия, по мнению Оствальда, является катализ в гомогенных системах. Катализ происходит в гомогенных системах, которые неустойчивы, «не могут существовать иначе, как в состоянии превращения», которые, однако, без катализатора происходят очень медленно. «Таким образом,— писал Оствальд,— мы сейчас же получаем определение катализатора и для гомогенных систем. Катализатором является всякое вещество, которое, не входя в конечный продукт химической реакции, изменяет ее скорость» [79, стр. 22]. Оствальд считал, что к каталитическим явлениям должны быть отнесены и явления, открытые Н. А. Меншуткиным [80], показавшим, что скорость реакции может быть весьма различной в зависимости от природы растворителя*.

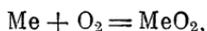
* Н. А. Меншуткин, изучив реакцию соединения триэтиламина с иодистым этилом в 23 растворителях, установил, что она имеет существенно различные скорости в разных растворителях. Так, например, в бензиловом спирте она оказалась в 742 раза выше, чем в гексане.

Уже эти действия растворителя, отмечал Оствальд в своем докладе, мы должны признать за каталитические.

Но такими действиями растворителя «не должно быть предопределено решение вопроса о том, образуются ли при этом, может быть, соединения между растворителем и реагентами...» [79, стр. 43].

Явления гетерогенного катализа Оствальдом рассматриваются прежде всего на примере действия платины на газовую смесь, способную возгораться.

Выше мы отмечали, что из всех существующих теорий катализа, по мнению Оствальда, наиболее работоспособной является теория промежуточных реакций. Предпочтение, отдаваемое Оствальдом этой теории катализа, которая тем не менее не может претендовать на общее значение и охватить все случаи катализа, связано с его известными представлениями о характере химических превращений. Образование промежуточных соединений Оствальд считал характерным явлением для большинства химических превращений. Даже такой простой, на первый взгляд, процесс, как окисление металлов кислородом, не идет в соответствии с уравнением реакции



а требует почти всегда присутствия воды и сопровождается образованием перекиси водорода. «Общей причиной осложнения считают закон промежуточных ступеней, по которому при реакции возникает не самый постоянный продукт, а самый непостоянный, какой только может возникнуть согласно с энергетическими законами. Без сомнения, решающее значение имеют, кроме того, еще другие явления, определяющие, какие из разнообразных возможных процессов наступят в действительности. Однако об этом не известно еще ничего общего» [81]. Данное правило впервые было сформулировано Оствальдом в 1897 г. в работе, в которой он исследовал явления образования кристаллов из пересыщенных растворов и переохлажденных расплавов.

Правило, согласно которому при изменении какого-либо состояния и перехода его в другое реализуется вначале не конечное, стабильное состояние, а наиболее близкое к исходному, Оствальд распространил на явления плавления, сжижения паров, а также на гомогенные химические реакции. Так, при взаимодействии хлора с едким кали образуется вначале не самая стабильная система, а наименее стабильная — хлористый калий и гипохлорит, медленно переходящая в более стабильную — хлористый калий и хлорат калия. Каждая из ступеней взаимодействия обладает меньшей свободной энергией по сравнению с предыдущей и большей, чем

последующая ступень. Оствальд указывал, что очень часто встречаются реагирующие системы, в которых промежуточные реакции протекают очень быстро и лишь одна из них течет медленно. В этих случаях суммарная скорость реакции определяется скоростью этой медленно идущей промежуточной реакции и более всего вероятно, что эта медленная реакция соответствует первой ступени общего процесса, так как если бы первая ступень была бы быстрой реакцией, то ее продукт был бы конечным продуктом реакции.

Причиной каталитического ускорения, во многих случаях, по мнению Оствальда, служит появление промежуточных реакций. Эти промежуточные реакции, указывает Оствальд, тогда ускоряют течение всей реакции, когда они протекают быстрее ее.

В. Оствальд считал, что для решения вопроса о механизме реакции (протекает ли она одноступенчато или идет через образование промежуточных продуктов) решающее значение приобретает кинетический анализ.

Для кинетического анализа процессов Оствальд в 1898 г. предложил способ варьирования концентрации исходных продуктов таким образом, чтобы все концентрации, кроме одной, были бы взяты сравнительно большими. Хотя таким путем, отмечал Оствальд, нельзя определенно решить, как построена правая половина уравнения скорости реакции, однако получаются настолько определенные опорные точки, что решение вопроса сильно облегчается.

Нахождение в реагирующей системе предполагаемого промежуточного образования не всегда служит доказательством этой теории катализа, так как он может быть продуктом случайной побочной реакции. Оствальд считал, что превращение теории промежуточных реакций в общую теорию катализа «мало вероятно»; она верна для некоторых каталитических реакций, но не для всех.

Эту точку зрения Оствальд аргументировал тем, что прибавление к некоторым реагирующим системам соединений, образование которых в качестве промежуточных продуктов весьма вероятно, не оказало никакого влияния на скорость процесса. Для других реакций, в частности, инверсии тростникового сахара, Оствальд указывал, что трудно допустить образование промежуточных соединений. В ряде каталитических реакций, по мнению Ост-

вальда, происходит образование промежуточного соединения катализатора с одним из исходных продуктов, легко разлагающимся при взаимодействии с другим исходным продуктом, с образованием конечного вещества и регенерацией катализатора.

Однако на вопрос — можно ли с этих позиций объяснить все случаи катализа. Оствальд отвечал, что «вряд ли следует в настоящее время отвечать с уверенностью, однако правдоподобно, что это окажется возможным». Отмечая, что катализ имеет всегда общее значение для химических реакций, так как «по всей вероятности, нет реакции, на скорость которой нельзя было бы влиять каталитически, и нет вещества, которое не оказывало бы каталитического действия в какой-либо реакции», Оствальд одновременно указывал на отсутствие в области катализа общих законов (в том смысле, что они еще не раскрыты).

В. Оствальд в общих чертах нарисовал путь, по которому надо идти к созданию теории катализа. Ученый указывал, что скорость реакции — величина измеримая, и все то, что оказывает на нее влияние, будет, следовательно, в свою очередь, измеримо по изменению численной величины этой скорости. Это обстоятельство позволяет перевести проблему катализа из области качественных рассуждений, носящих в значительной мере спекулятивный характер, в область количественных измерений.

В. Оствальд ставил вопрос о том, что должна существовать какая-то «связь между скоростью реакции и другими свойствами данной системы, а эти свойства должны каким-нибудь образом зависеть от катализатора для того, чтобы он мог оказывать свое влияние на скорость реакции» [56, стр. 225]. Таким образом, решение проблемы катализа Оствальд предлагает вести по линии нахождения следующей системы связей:

1) скорость реакции есть функция определенных свойств системы; 2) эти свойства системы есть функция свойств катализатора.

В речи, произнесенной в 1909 г. по случаю присуждения ему Нобелевской премии, Оствальд говорил [82], что создание теории катализа во многом зависит от решения фундаментальных проблем химической кинетики, в частности, от установления связи между скоростью реакции и свойствами реагирующей системы. Катализ Ост-

вальд тесно связывал с проблемой времени в химии. Оствальд анализировал такой аспект этой проблемы — катализ как условие меры времени*. Он указывал на независимость меры времени, т. е. количества прореагировавшего вещества в единицу времени от законов термодинамики, которая не позволяет определить константу скорости реакции и определить временные характеристики химических процессов, что составляет прерогативу химической кинетики.

Катализ выступает как фактор, определяющий время протекания химической реакции. Катализатор представляет средство изменения меры времени химической реакции, так как он изменяет «действие в единицу времени». Оствальд отмечал, что условия течения химических процессов и его отдельных ступеней определяются природой и количеством реагирующих веществ, а также внешними условиями. Последовательный ряд процессов и относительные промежутки времени, необходимые для каждой стадии, определены вполне точно, тогда как продолжи-

* В. Оствальд отмечал [84], что представление о времени базируется на фактах, связанных с двойным периодическим движением: сменой суток и времен года. Субъективное восприятие этих изменений не приводит к раскрытию времени в себе. «Мыслящий» майский жук, продолжительность жизни которого измеряется неделями, констатировал бы только смену суток, для насекомого, живущего несколько часов, не существовало бы смены суток и все изменения времени носили бы односторонний характер, а для бактерии, живущей 15 минут, все и вся представлялось бы стабильным, не изменяющимся.

В. Оствальд предложил свою интерпретацию времени. Время, прежде всего, можно определить как общий закон природы. Анализ понятия времени позволяет выделить следующие его элементы:

1) Непрерывность. Мы все имеем ощущение, говорил Оствальд, что время закономерно протекает без «перерывов», другими словами, между различными «кусками» времени нет безвременных интервалов.

2) Линейность. Это означает, что время имеет непрерывную величину и переход от одного значения времени к другому осуществляется строго одним способом.

3) Однозначность. Этим подчеркивается, что время имеет определенное, не повторяющееся значение. «Время не пересекает себя».

4) Протекание. Это понятие отражает тот факт, что два пункта времени различаются между собой не только расстоянием, но и тем, что один пункт времени обозначает «раньше», а другой — «позже». Это отношение имеет абсолютный характер.

тельность времени всего химического процесса определяется не перечисленными факторами, а зависит от присутствия катализаторов.

«Они действуют таким образом, как будто из-за них изменяется единица времени, между тем как взаимные отношения тех времен, которые необходимы для различных ступеней процесса, не испытывают никакого изменения. С помощью катализатора, следовательно, мы как бы переставляем чечевицу маятника в часах процесса» [83, стр. 238—239]. Эту же мысль Оствальд высказал и в таком виде: «Катализаторы как бы более или менее укорачивают маятник их часов (процессов, которые возможны и с неизмеримо малой скоростью протекают и в их отсутствии.— *Авт.*) или, при известных обстоятельствах, удлиняют его» [85, стр. 37].

Каталитическое действие, согласно этой точке зрения, состоит во временном изменении процесса, в сокращении масштаба времени.

Один из аспектов анализа проблемы катализа у Оствальда состоял в установлении связи между каталитическими явлениями и процессами разряжения.

Общие понятия учения о разряжении становятся очевидными из краткого исторического обзора этого учения, развитие которого Оствальд связывал с именем Р. Майера [86].

«В специальной работе на эту тему опубликованной в 1876 г., которая, кстати, была его последним исследованием, он рассматривает процессы, к которым, в противоположность процессам превращения энергии, неприменим основной закон: причина эквивалентна следствию (*Causa equat effectum*). Эти процессы,— пишет далее Оствальд,— как в главных чертах выяснено уже Лейбницем, имеют место в том случае, когда наличные количества энергии, способные и готовые к превращению, удержаны были от превращения каким-нибудь особенным обстоятельством, а потом внезапно приведены в состояние, способное к превращению. Такие случаи или процессы, количества работы которых не должны находиться ни в каком отношении к сумме энергии, готовой к превращению, называются разряжением» [87].

Оствальдом проанализированы различные формы разряжения: взрыв, раздражение, регулирование, «саморазряжение» — аутокатализ. Многие процессы в природе

идут только в том случае, если их предваряет «толчок», например, смесь водорода и кислорода не превращается в воду при обычной температуре, но образует ее при повышении температуры, прохождении электрической искры, присутствии платинового катализатора.

Как видно из приведенного перечня, круг явлений «разряднения» довольно широк и сферой их действия являются различные области неживой и живой природы.

Оствальдовская концепция разряднения связана с его учением о процессах. Всякий процесс в природе представляет выравнивание интенсивностей (температур, потенциалов и т. д.), а следовательно, условием его протекания является различие интенсивностей.

Система, несмотря на огромный запас энергии в ней, способный к превращению, может находиться в покое вследствие уравнивания интенсивностей между нею и окружающей средой. Разряднение состоит в нарушении уравнивания интенсивностей, за которым следует вновь выравнивание энергии.

В. Оствальд различал две группы разряднений: разряднения, способствующие компенсации различий в интенсивностях, и разряднения, ускоряющие медленно идущий процесс выравнивания интенсивностей. К последней группе разряднений Оствальд относил катализ.

Все процессы компенсации протекают во времени, и они различаются между собой по скорости приближения к состоянию равновесия. Раскрытие того, что понятие разряднения неизменно имеет отношение к понятию времени, проходит, по словам А. Митташа, — ученика Оствальда, крупного каталитика, — красной нитью через все учение Оствальда о разряднении, в частности, пронизывает его концепцию катализа [88].

Иллюстрацией первой группы разряднений служат следующие процессы. Представим себе корабль, готовый к отплытию, или заряженное ружье, или паровой котел с закрытым краном, находящийся под сильным давлением. Во всех случаях мы имеем возможность вызвать превращение значительного количества энергии, затратив относительно мало работы. Данное состояние может сколько угодно оставаться в покое, но раз вызывается разряднение, процесс продолжается сам собой. Энергия, потраченная на разряднение, не равна нулю, но не нахо-

дится ни в какой связи с количеством разряженной энергии.

«Общие условия, чтобы образование с количествами энергии, доступными превращению, оставалось в покое, заключаются в том, чтобы все различия в степени интенсивности были уравновешены,— замечал Оствальд.— *Разряжение* же заключается вообще в том, что это уравнивание тем или другим образом нарушается, вследствие чего становится возможным уравнивание энергии» [83, стр. 219].

Вторая группа процессов, во многих отношениях сходных с процессами разряжения, может быть отнесена к самоускоряющимся процессам.

Здесь нет уравнивания интенсивностей, а образование является устойчивым только потому, что скорость его превращения весьма мала. Поскольку процесс обладает таким свойством, что он может ускоряться под влиянием собственных результатов, то возможны два случая: ускоритель может рассеяться достаточно быстро, не увеличивая скорости процесса сверх определенной малой меры, или же произойдет противное, т. е. процесс приобретает характер взрыва. «Тот процесс, который мешает ускорителю рассеяться, играет роль разряжения»,— писал Оствальд [83, стр. 220].

Дальше Оствальд постулировал, что, в конце концов, все уравнивания возможны только на время и что поэтому всякое образование с уравновешенными интенсивностями только вследствие медленности процесса производит впечатление равновесия. «Вышеописанные два класса явлений разряжения,— замечал Оствальд,— образуют в таком случае в действительности только один класс, самые крайние члены которого обнаруживают весьма резкие различия во времени, о котором шла речь; но между соседними членами его существует непрерывный переход» [83, стр. 221].

А. Митташ отмечал, что в вопросе сведения катализа к явлениям разряжения Оствальд не всегда был последователен. От разряжения катализ отличает, если так можно выразиться, «перманентность толчка». В классических явлениях разряжения «толчок» имеет, согласно семантике этого слова, значение «одновременности», тогда как для протекания каталитических процессов необходимо постоянное присутствие катализатора.

Правда, Оствальд в речи о катализе [79] говорит об одном классе контактных явлений, обусловленных однократным действием толчка, — действию зародышей в пересыщенном растворе, которое им и названо «разряжением в пересыщенном образовании». Но зародыш другой фазы не является причиной реакции в том смысле, который вкладывается сюда, так как он не поставляет необходимой для этого свободной энергии, а обуславливает этот процесс только своим присутствием.

Второе, что отличает катализ от разряжения — это то, что катализатор не вносит в систему какой-либо энергии и не отнимает ее, тогда как «толчок», представляющий начало процесса разряжения, выполняет свою функцию благодаря «энергетическому паю», вносимому в систему.

Противоречие между тем, что Оствальд приписывает агенту, инициирующему процесс разряжения, определенную энергетическую роль, и отрицанием этой роли для катализатора, по мнению Митташа, устраняется, если допустить, что механизм катализа сводится к образованию промежуточных соединений. Во всяком случае, между первой и второй группой процессов разряжения имеется с энергетической точки зрения существенное различие.

Катализ Оствальдом интерпретируется как регулируемое разряжение в отличие от первой группы процессов разряжения, которые могут быть названы «тотальным разряжением».

Особое внимание Оствальд уделял химической форме «саморазряжения» — аутокатализу. Это название явления, еще ранее известным немецкому физико-химику А. Горстману, когда некоторые реакции ускоряются образующимися продуктами, было дано Оствальдом в 1890 г.*

Явления аутокатализа Оствальд рассматривал на примере растворения меди в разбавленной азотной кислоте, которое идет с ускорением после растворения первых порций и образования окиси азота. В лаборатории

* Как уже упоминалось, Оствальд в своей речи 1901 г. рассматривает разряжение в пересыщенных образованиях, где выпадение твердой фазы происходит в результате добавки небольших количеств данного или изоморфного с ним вещества.

В. Оствальд установил, что аналогичное действие на затвердевание переохлажденных расплавов производит добавка небольших количеств соответствующих веществ.

Оствальда Митташом было показано, что присутствие кристалликов никеля ускоряет процесс разложения карбонила никеля.

Явление аутокатализа Оствальдом было изучено также на примере омыления уксуснометилового эфира, скорость которого увеличивается после образования первых количеств уксусной кислоты. В. Оствальд обращал внимание также на вопросы отрицательного катализа. «Существуют ли прямо замедляющие катализаторы, или же фактически наблюдаемые замедления реакций от незначительных количеств присутствующих посторонних веществ следует свести к вторичным действиям (парализование присутствующих ускоряющих катализаторов), на это сейчас нельзя удовлетворительно ответить,— писал Оствальд. Но во всяком случае замедляющие катализаторы наблюдались сравнительно реже, чем ускоряющие, число которых оказывается очень большим» [89, стр. 267].

Ученому было известно, что чрезвычайно малые следы ионов меди каталитически вызывают быстрое окисление, но действие ингибиторов, превращающих ионы меди в недействительные комплексные соединения, вновь замедляет ход реакции. Из факта преобладания ускоряющих катализаторов Оствальд приходит к выводу, что очень «чистые вещества реагируют иногда крайне медленно», а «все фактически совершающиеся реакции обуславливаются присутствием минимальных количеств каталитически действующих посторонних веществ» [89, стр. 268].

Катализ в живой природе

О большой роли катализа в биологических системах догадывался Берцелиус, который в 1835 г. писал, что в растительных и животных организмах протекают тысячи каталитических процессов.

В. Оствальд также уделял большое внимание изучению каталитических процессов в живых организмах*. Он разделял мнение К. Людвига, видевшего в каталитических реакциях главную часть физиологической химии.

Обсуждая результаты исследований, посвященных

* Этот вопрос освещен Оствальдом в интересном докладе «Химия и биология», прочитанном им в 1902 г. [68а, стр. 264—269].

пзучению реакций в живых организмах, Оствальд пришел к выводу, что здесь имеют место типичные каталитические явления, т. е. ускорение медленно идущих реакций. В. Оствальд многие каталитические явления в неорганической природе рассматривал как модель для ряда процессов, происходящих в живых организмах. Так, например, он считал, что сопряженные реакции представляют модель многих процессов, происходящих в живых организмах. В результате этих реакций образуются соединения с более высокой свободной энергией, чем у исходных продуктов. Хотя общий «результат» реакции сопровождается уменьшением свободной энергии, отдельные продукты реакции обладают более высокой свободной энергией, чем исходный продукт, за счет большого понижения свободной энергии другого продукта реакции. Это возможно в том случае, если одна реакция «сопрягается» с другой. Оствальд писал: «Это представление может сыграть роль ключа к разгадке многих тайн организмов» [90].

Рецензируя книгу «Ферменты и их действия», Оствальд указывал, что неорганические катализаторы и ферменты существенно друг от друга не отличаются. Ферменты действуют в узком интервале температур, при повышении температуры они утрачивают свою активность. При этом он высказал предположение, что позже будут найдены органические катализаторы, которые будут работать и при высоких температурах [91].

В. Оствальд указывал, что регулирование скорости реакции в живых организмах осуществляется с помощью катализаторов (энзимов), так как другие средства для воздействия на скорость реакции (температура и концентрация) имеют для них весьма ограниченное значение. Живые организмы вырабатывают термостатические приспособления, при помощи которых они могут поддерживать температуру своего тела почти постоянной, а концентрации часто ограничены растворимостью веществ. Для объяснения явлений, происходящих в живых организмах, как подчеркивал Оствальд, совершенно недостаточны прежние представления и понятия химии, которые касались главным образом получения веществ и установления систематической генетической связи между ними, оставляя без внимания законы их равновесия и превращения.

Тем не менее Оствальд был убежден, что именно в физике и химии надо искать способы решения загадок жизни. Но в то же время он указывал, что, несмотря на большие успехи физической химии, еще не представляется возможным расшифровать основные процессы, протекающие в живых организмах. Известно, что необходимую энергию живые организмы получают химическим путем через процессы окисления. Понимание биологических процессов может быть облегчено, если предположить, что в живых организмах протекают те процессы, которые являются необходимым условием их сохранения и развития. Но это весьма элементарное и общее положение ничего не говорит о физических и химических условиях протекания этих процессов. В качестве первого приближения можно предположить, что эти процессы теснейшим образом связаны с аутокатализом. Оствальд писал в 1928 г. [92], что когда он впервые ввел понятие аутокатализа для чисто химических процессов, он высказал предположение, что они имеют аналогию с явлениями в живых организмах. Оствальд предполагал, что аутокатализ играет огромную роль во всех процессах роста и образования форм в живой природе.

В механизме памяти, по Оствальду, большую роль также играют аутокаталитические явления. Во всяком организме, отмечал он, имеется тенденция повторять прежние акты индивидуума, так и его предков, создавая соответствующую привычку, что составляет основу памяти.

В. Оствальд считал, что изучение процессов, протекающих в живых организмах, должно быть поставлено на почву химии потому, что только она предоставляет наиболее подходящие аналогии для понимания этих процессов. В частности, под таким углом зрения он подошел к объяснению нервной раздражимости и, как указывалось, памяти. В отношении раздражимости он писал, что «раздражение освобождает в нервном окончании химический процесс, который субстанцией нерва распространяется дальше и в другом конце его вызывает соответствующее изменение воспринимающего аппарата» [83, стр. 258].

Условием протекания процесса раздражения является процесс освобождения энергии, отличающийся от аналогичных процессов в неорганической природе тем, что

он представляет регулируемый процесс. Механические действия у высших организмов объясняются тем, что волокна тканей в соответствующих местах сокращаются под влиянием раздражения. Первоначальной формой энергии, которой производится эта работа, Оствальд считал химическую энергию. Химическая энергия может переходить в механическую или непосредственно (Оствальд полагал, что это может быть вызвано изменениями осмотического давления и поверхностного потенциала), или через другие формы энергии.

«Содержанием» большинства процессов, протекающих в биологических системах, Оствальд считал «превращение различных химических энергий друг в друга». Он писал, что «каждая клетка... есть химическая лаборатория, в которой без печей и реторт осуществляются самые разнообразные реакции. Наичаще применяемым средством для этого, вероятно, является *каталитическое ускорение полезных реакций и каталитическое замедление реакций нецелесообразных...* Клетка, развиг определенный катализатор, может среди бесчисленных возможных веществ так ускорить образование одного какого-нибудь из них, что оно будет значительно преобладать».

В таком случае становится понятным, как может очень сложный организм, как, например, организм человека, образоваться из одной и той же питательной жидкости, из крови, в различных своих органах весьма различные вещества» [83, стр. 268].

В. Оствальд [93] считал, что в будущем будет открыт всеобъемлющий биологический закон, который по его важности можно будет поставить рядом с обоими основными законами термодинамики, тогда можно будет создать «биологическую философию подобно тому, как теперь создать философию энергетическую».

В. Оствальд справедливо говорил, что вслед за бурным развитием наук о неорганической природе должны наступить большие события в биологии, но, верный своей методологии, он считал, что результатом этого будет создание всеобъемлющего биологического закона, на ось которого можно будет нанизать все богатство и разнообразие содержания наук о жизни.

Учение о цвете

Проблемой красок и цвета Оствальд начал систематически заниматься с 1915 г. Эти исследования составили его главное увлечение, причем результаты, полученные в этой области, он считал вершиной своих достижений, чуть ли не главным делом своей жизни.

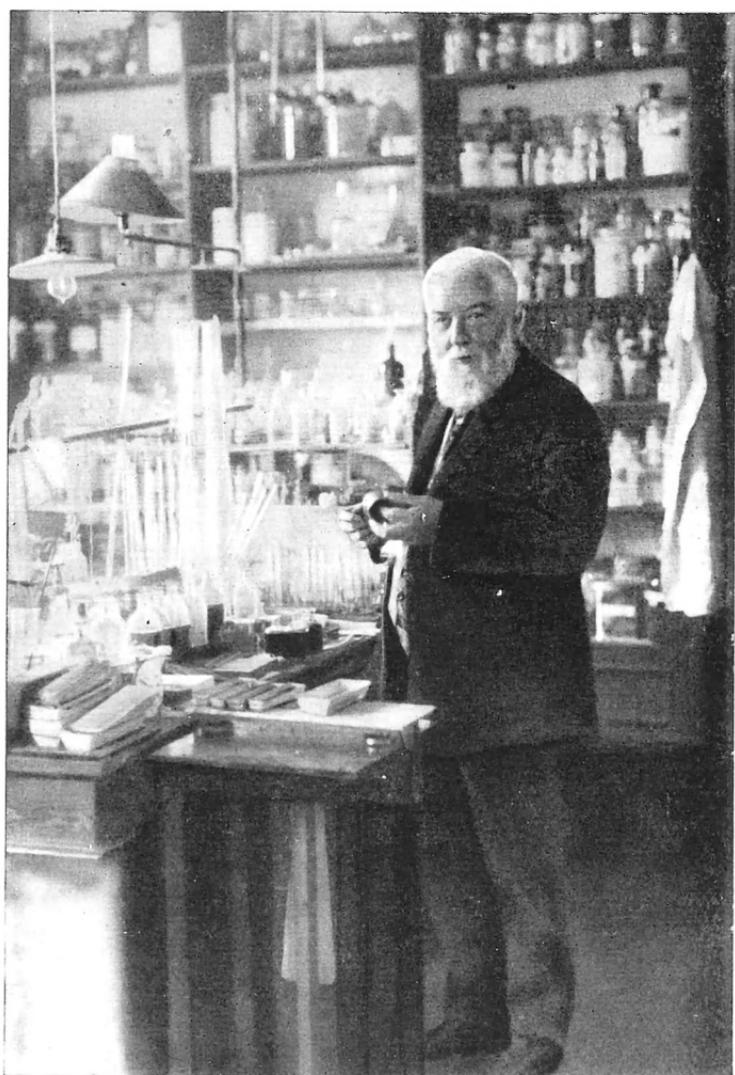
В «Автобиографии» Оствальд подробно раскрыл мотивы своих занятий проблемой цвета и детально описал пути, приведшие его к определенным результатам, желая ими продемонстрировать правильность своего тезиса, что открытие можно организовать. В связи с этим Оствальд писал, что мистики и сторонники интуиции резко протестовали против его концепции открытия, объясняя его успехи в области науки тем, что он как выдающийся ученый, конечно, приходил к своим результатам с помощью интуиции.

Обращаясь к своим оппонентам, Оствальд не без иронии спрашивал: почему они не делают открытий, хотя состоят в «интимных отношениях с мировым духом?» [14, т. III, стр. 382].

В. Оствальд отмечал, что корни его занятий проблемой цвета восходят к юности и связаны как с его психологическими особенностями, так и с занятиями химией. Психологические истоки своего интереса к данной проблеме Оствальд видел в том, что он воспринимал мир как цветовую симфонию; он говорил, что все воспоминания у него окрашены в соответствующие цвета.

Одним из сильных увлечений Оствальда было занятие живописью, интересоваться которой, как мы знаем, он начал еще в школьные годы. Значительную часть своего досуга Оствальд отдавал рисованию; его рисунки получали высокую оценку друзей и знакомых. Еще в юности Оствальд занимался изготовлением красок для живописи.

Ознакомившись с вопросом о красках в живописи, Оствальд пришел к заключению, что отсутствует не только научное изучение химико-технической стороны живописи, но и ремесленное знание этого дела. Последнее он иллюстрирует тем, что крупные живописцы сплошь и рядом неверно использовали краски для создания своих картин. Так, например, А. Мепцель картины, написанные маслом, грунтовал флорентийским лаком, в результате чего на



*В. Оствальд в химической лаборатории
на даче «Энергия»*

них образовывались трещины. П. Беклин с красками, по выражению Оствальда, экспериментировал, как алхимик.

В начале XX столетия в Мюнхене под руководством Ф. Ленбаха был организован союз, состоящий из художников, поставивший перед собой задачу составления рекомендаций по выбору красок для живописи. Эти рекомендации вызвали большое удивление у Оствальда, ибо среди рекомендованных красок были асфальтовые, неудобные тем, что они не затвердевают.

В. Оствальд выступил с серией статей, посвященных проблеме красок; эти статьи в 1904 г. он объединил в книгу [94]. Книга, по его словам, имела успех, о чем свидетельствовал хотя бы тот факт, что новые термины и понятия, введенные в ней, получили распространение.

В 1905 г. Оствальд провел работу над светочувствительностью литопона — смеси BaSO_4 и ZnS , которая употреблялась в виде белой краски вместо свинцовых белил. Под влиянием солнечного света литопон становился серым, но в темноте вновь белел. Оствальд стремился устранить это нежелательное изменение цвета литопона.

«Я уже на 80% закончил свою работу и рассчитываю закончить ее совсем через короткое время. Также и хромистый свинец, который является наиболее распространенной желтой краской, может быть заменен красками, содержащими CdS . Таким образом, я собираюсь еще фигурировать до известной степени в роли общественного благодетеля», — писал он Аррениусу 10 апреля 1905 г. [13].

Но систематические исследования в области красок Оствальд начал во время войны.

Следуя правилу, что изучение новой области нужно начинать с более простых явлений, Оствальд приступил к исследованию серых красок.

Прежде всего он поставил вопрос: как выглядит чистый серый цвет, так как смесь белых и черных красок дает серый цвет с голубоватым оттенком? Для получения серых цветов Оствальд рекомендовал смешивать в определенных пропорциях цинковые белила (белый цвет) с парижской чернью, а для нейтрализации образующегося при этом голубоватого отлива прибавлять некоторое количество охры.

Всю совокупность цветов от черного до белого включительно Оствальд относил к классу серых или неспстрых

цветов. Всякий серый цвет представляет результат смешения белого и черного цвета в определенной пропорции. Чем теплее серый цвет, тем больше в нем черного и меньше белого цвета.

Весь ряд серых цветов можно изобразить на отрезке прямой ($чб$), один конец которой ($ч$) условно изображает черный, а другой ($б$) — белый цвет.



Если взять какую-либо точку a на прямой, то отношение $ач/чб$ представляет относительное содержание белого цвета в данном сером, изображаемом точкой a , отношение же $аб/чб$ дает содержание черного. Каждая точка на прямой $чб$ характеризуется иным содержанием черного и белого цвета, чем соседние точки справа и слева, что позволяет получить шкалу серых цветов. Но в этой шкале ступени будут неравноценными. Допустим, что эта шкала разделена на 10 равных ступеней, что соответствует изменению содержания в каждой ступени на 10% черного и 10% белого цвета. Но 10% черного цвета в белом — почти незаметная величина, тогда как 10% белого в черном резко бросается в глаза. Согласно закону Вебера — Фехнера, ощущения пропорциональны логарифмам раздражения, следовательно, для глаза играют роль не процентные отношения, а логарифмы отношений. Поэтому для получения равномерной шкалы серых цветов, в которой ступени одинаково отстояли бы друг от друга в зрительном отношении, надо брать не процентные отношения цветов, а их логарифмы. Весь ряд от черного до белого цвета может быть точно определен, но остается неясность в отношении крайних цветов, так как ни абсолютно черного, ни абсолютно белого цвета воспроизвести нельзя.

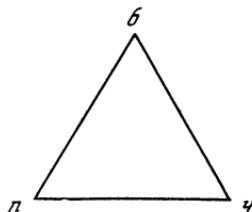
В отличие от серых цветов, образующих непрерывный ряд, заканчивающийся с противоположных сторон белым и черным цветом, пестрые цвета образуют непрерывный замкнутый ряд, не имеющий начала и конца. Для идентификации пестрых цветов Оствальд предложил установить сто ступеней, начав их счет от нуля для желтого цвета и ведя его через красный к синему, зеленому и обратно к желтому. Размещение цветов Оствальд предлагал произвести на простейшей из замкнутых кривых — окружно-

сти. В этом ряду пестрых цветов каждый цвет является вполне насыщенным, без всякой примеси белого или черного, т. е. совершенно чистым. Здесь уже обнаруживается один из слабых пунктов теории Оствальда: осуществить в действительности круг совершенно чистых цветов оказывается невозможным.

В. Оствальд составил нумерацию цветов в предположении, что круг цветов разделен вполне равномерно, т. е. ступени ощущения от одного цвета к соседнему всюду одинаковы. Смешение двух цветов, обладающих определенными номерами, дает цвет промежуточного номера. Промежуточный цвет требует дополнительного определения; им можно считать тот цвет, который лежит в некотором месте короткой дуги, соединяющей исходные два цвета. Два цвета, дающих при смешении белый или серый цвет, называются дополнительными.

Смешение в различных отношениях чистого пестрого цвета с белым дает ряд, который Оствальд назвал рядом светло-прозрачных цветов, тогда как указанное смешение чистого пестрого с черным образует ряд темно-прозрачных цветов. Эти два ряда по аналогии со смешением черного и белого цветов могут быть символически изображены при помощи отрезков соответствующих прямых. Смешение пестрого чистого цвета одновременно с белым и черным образует, по терминологии Оствальда, «мутные цвета», для изображения которых уже недостаточно отрезка прямой, а надо воспользоваться точками плоской фигуры. В качестве простейшей фигуры можно выбрать равносторонний треугольник, в вершинах которого помещены чистый пестрый цвет n , белый — b и черный — $ч$.

Сторона nb дает все случаи светло-прозрачных цветов, сторона $nч$ — темно-прозрачных, а сторона $бч$ — серых цветов. Точки внутри треугольника изображают все мутные оттенки, могущие получиться при заданном основном тоне. Оствальдом было построено «цветовое тело», т. е. геометрическое изображение совокупности всех мыслимых цветов. Это «тело» построено в предположении, что для всех пестрых цветов возможно достижение одинаковой чистоты, что, однако, на



практике не достигается. Известно, что в живописи цвета, обозначаемые как «теплые» (красный, оранжевый, желтый, зелено-желтый), могут быть получены весьма чистыми, а так называемые «холодные» цвета (фиолетовый, синий, голубой, сине-зеленый) никогда не получаются с такой же степенью чистоты [95, стр. 34].

По исследованиям Оствальда, в наиболее достижимых чистых окрасках примесь белого цвета не может быть уменьшена ниже 3—4%, а примесь черного — ниже 10—20% для теплых тонов и 40—50% для холодных. Этой примесью черного цвета холодные тона и отличаются от теплых.

При ступенчатой шкале пестрых цветов и довольно детальной дифференциации мутных цветов цветовое тело обнимает 6000 различных цветов. Это число, очевидно, еще очень далеко от предела, никто не мешает создать для пестрых цветов ряд не в сто ступеней оттенков, а в 200 и более. Градации смешения чистых цветов с серыми также могут быть сделаны более многочисленными, и, таким образом, общее количество цветов может быть доведено до многих десятков тысяч.

Естественным является вопрос, есть ли в этом необходимость? Требуется ли действительно большое многообразие цветов для практических целей, нужны ли такие тонкие градации оттенков, какие принципиально могут быть получены? Здесь напрашивается аналогия со звуком, число ступеней которого также велико, как и число ступеней цветов и их оттенков. В музыкальной литературе из громадного разнообразия звуков применяется приблизительно 120 звуков, что, как пишет Оствальд, «не привело к ослаблению музыкального творчества, наоборот, позволило установить твердые правила гармонии, очень простую систему нотного обозначения, определенные законы голосоведения, оно дало возможность музыке достигнуть таких высот и такой сложности построения, которые были бы совершенно недоступны при полной, ничем не ограниченной свободе выбора композитором звуков для своих произведений, при хаотическом состоянии учения о звуке» [95, стр. 62].

В. Оствальд предлагал ограничить число нормально применяемых цветов, выбрав те из них, которые практически окажутся достаточными; Оствальд считал, что нормировка цветов будет иметь большое значение в

художественной промышленности, но мало заденет живопись.

В целях установления более упрощенной систематики цветов, Оствальд предложил следующее: для серых цветов установить 8 нормальных ступеней, а круг пестрых цветов разделить не на 100, а на 24 ступени. Каждая ступень пестрых цветов может при прибавлении черного и белого цвета (Оствальд использовал комбинаторику символов для обозначения соответствующих цветов) дать 28 комбинаций. Поэтому цветовое нормированное тело будет заключать в себе $24 \times 28 = 672$ мутных цвета, а прибавляя сюда еще 8 серых цветов, получим 680 нормальных цветов.

В начале 20-х годов Оствальд выпустил в обращение наборы готовых красок в разных видах (акварельные, пастель и пр.), дающие любой набор пестрых цветов. Каждый набор, включающий 680 красок, носил название «цветного органа». Кроме того, им были выпущены маленькие наборы нормализованных красок, позволяющие получать промежуточные цвета при помощи смешения.

В письме к С. Аррениусу от 21 октября 1921 г. Оствальд писал: «Я все это время был очень занят практической работой по введению нового учения о цвете в народные школы и всем тем, что с этим связано, а энергии остается с годами все меньше. В Саксонии уже тысячи детей учатся по-новому. А для этого нужно разработать не только самый ход преподавания, но и добыть все необходимое для занятий (ящики с красками, цветовые нормы, учебники и т. д.). С помощью моего младшего сына Отто, инженера, я организовал маленькую фабрику таких вещей, и в первое время это, конечно, отнимает особенно много времени. Она уже дала нам почти 10 000 новых ящиков с красками и соответственно большое количество пестрой бумаги, много цветовых органов, но не может удовлетворить всего спроса.

Вообще все это дело удачно развивается. В начале декабря в Дрездене состоялся первый учительский день красок, в котором приняли участие 400—500 человек, главным образом из Саксонии, — совещание об основах преподавания учения о цвете. Оно единогласно высказалось за введение нового учения, начиная с детского сада. В конце января было такое же совещание в Мюнхе-

не, но в нем участвовали и представители промышленности. Во Франкфурте, Берлине, Нюрнберге подготавливаются филиалы, после того как в ноябре прошлого года была открыта в Дрездене Германская мастерская по краскам и сразу развила обширную деятельность.

Ты видишь, что у меня сейчас руки полны работы, совсем как тогда, лет 30 и более назад, когда рождалась на свет физическая химия. Но только сейчас нет равноценных или выше стоящих сотрудников: мне пришлось создавать одному всю научную сторону и только теперь, уже во время организации, я нахожу хороших помощников. Ты поймешь поэтому, что у меня нет в голове ничего иного, как видно и из этого письма. Конечно, мы все испытываем давление экономики, и все мои сбережения летят на ветер. Но мы не теряем мужества и ждем, что опять настанут лучшие времена...

Твой Вильгельм Оствальд» [13].

В 1920—1923 гг. Оствальд провел кропотливую работу по измерению, нормированию и систематизации цветов, в которой каждый цвет занимал выделенное ему место и отличался от других символом, числом и формулой. Эта работа, по словам Оствальда, доставляла ему «неиссякаемое удовольствие»*.

Основой системы Оствальда является то, что любой цвет может быть охарактеризован тремя параметрами: 1) содержанием «полного» основного цвета P , 2) содержанием белого b и 3) содержанием черного c . Поскольку сумма $b + c$ дает при разных пропорциях параметров серые цвета различных оттенков, то метод измерения цвета по системе Оствальда сводится, по существу, к сравнению образца со шкалой серых цветов.

Систематизацию цвета Оствальд рассматривал как непосредственный подступ к раскрытию законов их сочета-

* «Как часто,— писал Оствальд,— я не мог оторваться от работы, хотя больная спина давно напоминала о том, что не следует особенно изнурять свои силы. И если иногда вечером приготовленные листы с образцами гармоний не производили вначале особенного впечатления благодаря отсутствию синего цвета в освещении лампы, тем большую радость приносили они с собой при рассмотрении их на следующее утро» [96, стр. 194].

ния, к установлению законов гармонии цвета. Под гармонией Оствальд воспринимал понятие, эквивалентное понятию о закономерной связи. Оствальд считал, что установление законов гармонии следует начать с простейшего случая серых тонов, между которыми существует закономерная связь, характеризующая их расстояние по шкале. Оствальдом были установлены возможные гармонические сочетания серых тонов и нескольких цветов. При этом Оствальд выдвинул положение, против которого появилось больше всего возражений, что «гармонизовать друг с другом могут исключительно цвета, принадлежащие к одной и той же окружности в цветовом теле, т. е. характеризующиеся одним и тем же сочетанием буквенных символов. Таких кругов имеется в нормированном цветовом теле 28» [95, стр. 71].

В 1921 г. Оствальд закончил большой атлас, состоящий из 2500 цветов. «Я непрестанно работаю над этим почти 5 лет и полагаю, что это лучшее из всего, сделанного мною в моей жизни», — писал он Аррениусу [13]. Кроме того, Оствальдом было построено несколько приборов для оптического синтеза и анализа цветов, довольно простых в обращении. Систематика цветов, на составление которой он потратил много труда, имела определенное практическое значение*.

Оствальдовское учение о цветах в 20-х годах нашло применение в германской текстильной промышленности, а также и на заводах фарфоровых изделий [97]. Один из руководителей государственной фарфоровой фабрики в Мейссене, оценивая практическую пользу оствальдовского «цветового атласа», говорил: «Применение его на государственной фарфоровой фабрике в Мейссене оказалось весьма плодотворным. Уже теперь, всего через несколько месяцев пользования им, мы имеем многочисленные доказатель-

* Характеризуя еще при жизни Оствальда его учение о цветах, Майзель писал: «В целом ряде художественных школ в Германии система Оствальда положена в основание обучения цветам, образован ряд обществ для изучения гармонии цветов и имеется уже организация для промышленного использования учения Оствальда. Какова бы ни была дальнейшая судьба систематики Оствальда, нуждающейся еще несомненно в разработке и вероятно в коррективах, им совершена огромная, исключительной ценности работа и намечены грандиозные, во многом совершенно неожиданные, перспективы в области изучения цветов» [95, стр. 72—73].

ства его превосходной пригодности для практики; это рисует нам самые радужные перспективы в будущем» [96, стр. 6]

В 1918 г. вышла книга Оствальда «Гармония цветов», а в 1920 г. появилось второе, переработанное издание книги. Оствальд отмечал, что «этот труд был встречен весьма хорошо... и имел практические последствия... Мне лично известно, что целый ряд больших предприятий, а именно текстильных, обойных и красильных, руководствуются новым учением» [96, стр. 194].

В период 1916—1925 г. Оствальд опубликовал довольно много работ, посвященных проблемам цвета. Среди них были не только журнальные статьи, но и фундаментальные монографии, в которых автор излагал основы предложенной им цветовой системы. Начиная с 1921 г., Оствальд издавал журнал «Цвет» (Die Farbe), посвященный самым разнообразным вопросам цветоведения: психо-физиологическим, физическим, измерительным, нормативным и пр. Оствальд уделял большое внимание постановке преподавания в разных школах и подготовке грамотных специалистов в этой области, в которой до этого времени преобладал ремесленный подход к решению задач цветоведения.

О своих работах в области цветоведения Оствальд в 1929 г. докладывал в Берлинской Академии наук перед форумом крупных ученых, на котором присутствовали М. Планк, М. Лауэ, В. Нернст, О. Ган, А. Эйнштейн.

А. Эйнштейн еще в 1916 г. в письме к Оствальду охарактеризовал его работу по созданию количественного учения о цвете как «выдающийся успех».

В. Оствальд несомненно сыграл видную роль в истории цветоведения и колориметрии, но принципиальные основы его учения о цвете имели существенные недостатки.

Но в свое время она привлекла к себе большое внимание. Тогда появились и работы, критиковавшие идеи Оствальда, и достаточно убедительно вскрывавшие их слабые места. Но были и такие работы, в которых делались попытки развивать эти идеи и совершенствовать для практических целей. Так, по пути Оствальда пошел американский специалист Менсель, цветковые атласы которого имеют и теперь известное распространение в США. Критике подвергался атлас цветов Оствальда, применение которого заключалось в сопоставлении испытуемого цвета с цветовой шкалой атласа, что осуществлялось субъективно и

не могло не приводить к более или менее существенным погрешностям. Оствальд допускал и некоторые теоретические ошибки. Так, например, он ошибочно считал, что воспринимаемый нами цвет остается неизменным при различной освещенности или яркости. В вопросах цветоведения Оствальд придавал очень мало значения психофизиологии зрительного процесса. Сам он в этой области не экспериментировал.

В. Оствальд исходил из идеи о существовании в человеческом глазе, по крайней мере, пяти светочувствительных приемников, из которых каждый способен реагировать на один цвет: красный, желтый, «морской зеленый», «лиственно-зеленый» и синий. Комбинация раздражений внешними цветными предметами этих приемников приводит к нашему сложному цветовому восприятию. Эту идею Оствальд выдвинул тогда, когда правильность трехкомпонентной теории цветового зрения Юнга — Гельмгольца была признана и доказана.

Однако нельзя отрицать того факта, что работы Оствальда были одной из первых попыток упорядочить хаос цветов и ввести в действие их систематизацию. Можно вполне обоснованно утверждать, что в прямой связи с работами Оствальда находятся работы по созданию колориметрической системы, начатые еще в конце 20-х годов Международной комиссией по освещению (МКО). Разработанная МКО международная колориметрическая система базируется на трехкомпонентной системе цветовых восприятий и поставлена на прочный инструментальный базис. Эта система обозначения, определения и измерения цвета принята в настоящее время во всех странах.

УЧИТЕЛЬ

В историю науки Оствальд вошел не только как талантливый исследователь, но и как глава большой научной школы, крупный организатор научного творчества. Он оказал значительное влияние на развитие мировой науки своим умением готовить и вдохновлять сотни учеников, своими многочисленными книгами, научными журналами, которые он основал и редактировал. Будучи руководителем лейпцигского физико-химического института, Оствальд сыграл крупную роль в становлении современной физической химии как самостоятельной науки. Чтобы отчетливее понять роль Оствальда как руководителя и главы большой школы физико-химиков, нужно представить себе ситуацию в химии 60—80-х годов XIX в. Научная и педагогическая деятельность таких ученых, как Реньо и Сент-Клер-Девиль во Франции; Менделеев и Бекетов в России; Бунзен и Копп в Германии, Грэм и Фарадей в Англии, носила явно выраженный физико-химический характер. Некоторые из этих ученых создали свои национальные школы физико-химиков. Но среди большинства химиков того времени физико-химические проблемы пользовались лишь небольшим вниманием и пониманием. Вот почему П. И. Вальден в свое время не без основания писал, что школы, которая «верила бы словам учителя, защищала бы содержание и значение работ многочисленными сочинениями и опытными работами, доказывала бы их плодотворность, такой школы, как и вообще какой бы то ни было школы, физической химия тогда не имела» [1, стр. 163].

В. Оствальд создал такую школу.

«Если я горжусь чем-либо из своей научной деятельности,— говорил Оствальд,— то это блестящим рядом людей, которых я выделил уже молодыми и которым помогал в их свободном научном развитии. Этот ряд начинается именами Аррениуса, Нернста, Бекмана, Леблана, Бредига и Лютера, и я надеюсь, что он ими не закончится» [2, стр. 236].

Подобно тому, как Ю. Либих в 30—40-е годы XIX в. успешно готовил кадры высококвалифицированных специалистов в области органической химии, могущих работать в научной лаборатории и в химической промышленности, так Оствальд в 80—90-е годы воспитывал кадры физико-химиков.

Профессор из Риги, приехав в страну, где было много своих талантливых химиков, в университет, имеющий свои научные и учебные традиции, поставил дело таким образом, что к концу XIX в. Германия стала играть руководящую роль в развитии современной физической химии, а Лейпцигский университет стал основной «кузницей» новых кадров физико-химиков.

За 25 лет педагогической деятельности Оствальд подготовил несколько сот научных специалистов в области физической химии, из числа которых выросли ученые первого ранга. Из различных стран к Оствальду приезжали молодые люди, чтобы воспринять у него опыт работы ученого и педагога.

«Моя преподавательская деятельность,— писал впоследствии Оствальд,— издавна захватывала представителей самых различных стран и народов; отсюда возникли личные отношения, нити которых в конце концов обнимали почти весь земной шар и настойчиво внушали моему сознанию ту мысль, что наука есть общечеловеческое дело и свободна от всяких национальных различий» [2, стр. 15].

В 90-е годы XIX в. Лейпцигский университет приобретает славу мирового центра физико-химического образования. К Оствальду приезжают молодые ученые из Франции, Англии, России, Швеции, Америки, Японии и других стран. Число учеников возрастало с каждым годом.

У Оствальда была внутренняя активная потребность воздействовать на других людей, чтобы их приобщить к

науке. Это проявилось уже в рижский период его деятельности, но наиболее ярко выразилось в Лейпцигском университете.

Одним из первых учеников Оствальда в Рижском политехникуме был П. И. Вальден — впоследствии выдающийся химик, автор крупных исследований в области стереохимии, электрохимии неводных растворов и истории химии [3]. Еще студентом он стал заниматься научной работой под руководством Оствальда. Вальден исследовал электропроводность многоатомных кислот и оснований с целью установления их основности. Свои физико-химические исследования Вальден продолжил в 1890—1891 гг. в Лейпциге, в лаборатории Оствальда, которые завершились докторской диссертацией, посвященной кондуктометрическому определению сродства органических кислот (Лейпциг, 1891).

Своих учеников Оствальд заинтересовывал большим разнообразием еще не решенных наукой задач и вдохновлял их на это решение.

В Лейпцигском университете лекции по неорганической химии Оствальд читал в зимние семестры, а по физической химии — в летние. Такое распределение курсов удовлетворяло иностранных практикантов, которые приезжали к Оствальду, как правило, весной или летом.

П. Вальден, прослушавший курс лекций Оствальда по физической химии, оставил следующую характеристику лекторского таланта ученого: «Мысль его работает неустанно, и часто среди лекции он поражает слушателей неожиданными обобщениями и смелыми выводами. Лекции его, из года в год по одному и тому же предмету, никогда не походят одна на другую и носят на себе следы бесконечной духовной эволюции своего творца. Он обладает необыкновенным талантом из массы материала выбрать самое существенное, сложное и запутанное представить в простом и общедоступном изложении» [4, стр. 65].

По свидетельству М. Г. Центнершвера, лекции Оствальда не были похожи на профессиональные лекции, отработанные раз и навсегда и повторяющиеся каждый семестр без изменения [5].

Лекции Оствальда не всегда были достаточно понятны для начинающих. Но кому приходилось в лаборатории поглубже вникать в ход мыслей профессора, тот в слушании

его лекций получал не только наслаждение, но выносил запас новых вопросов и критических мыслей. Это качество метко охарактеризовал Вальден: «Существуют три рода педагогов. К первому относятся те, которые считают ученика существом низшего порядка и далеки от всякой мысли о взаимном сближении; это остатки прошлого, какие до наших дней нередко встречаются в средних учебных заведениях. Педагоги второй категории стараются сами стать на точку зрения ученика, войти в ход его мыслей; это знаменитые педагоги, классические популяризаторы знания. Оствальд принадлежит к третьей, пока еще мало распространенной категории: вместо того, чтобы снисходить к ученику, он старается поднять его до своего уровня. Чем больше доверия мы будем питать к способности ученика, тем больше сумеем от него получить. Таков педагогический девиз Оствальда» [4, стр. 67].

«Кому посчастливилось побывать и поработать... у Оствальда в его скромной и темной лейпцигской лаборатории, — писал впоследствии П. И. Вальден, — тому останутся незабвенными и личность этого ученого, и характер его чрезмерно интенсивной научной работы, но не менее — и его учеников» [6].

Лейпцигская лаборатория Оствальда была разделена на три отдела: отдел начинающих практикантов, отдел аналитической и препаративной химии и фармацевтический отдел. Общее руководство этими отделами осуществлял сам Оствальд. Все остальные заботы возлагались на ассистентов — кураторов. Так, в 1888—1889 гг. Нернст отвечал за практикум по физической химии, Вагнер следил за работами по отделу начинающих практикантов и Бекман курировал фармацевтический отдел.

Часть молодых практикантов работала под руководством самого Оствальда. Он давал полную свободу в выборе научных тем. Всем предоставлялось право искать свой собственный путь, позволяющий наиболее полно раскрыть индивидуальные способности будущих исследователей.

Какие опыты и практические задачи целесообразно ставить в студенческом практикуме? На этот вопрос Оствальд отвечал так: «Я старался проводить только такие опыты, которые могут быть использованы в научном смысле».

В. Оствальд следующим образом характеризует свой метод работы с учениками, который он широко использо-

вал в Лейпцигском университете. Поскольку исследовательская работа является делом ни одного того, кто ее персонально выполняет, то обсуждение выбранных новых тем для научной работы и хода ее выполнения должно интересовать не только руководителя и ведущего тему, а весь исследовательский коллектив. Желательно, чтобы практикант сам выбрал тему для научной работы и доложил о ней в лаборатории; задача руководителя состоит в том, чтобы нечетко высказанные положения превратить в технически готовый план. После того, как работа наполовину сделана, практикант опять должен доложить о ней в лаборатории; получив замечания и пожелания при обсуждении, он может более плодотворным образом ее продолжить. Основные выводы и результаты, полученные в ходе исследования, заслушиваются после окончания работы.

Напомним, что подобным же методом пользовался Либих, который писал: «Я давал темы и наблюдал за их исполнением; все, таким образом, подобно радиусам круга, сходились в одном общем центре. Никакого руководства, в узком смысле слова, не было. Каждое утро я принимал от каждого в отдельности отчет в том, что сделано им накануне, равно как и о его взглядах на интересующий в данный момент вопрос, о его намерениях. Я соглашался с ним или возражал. Каждый вынужден был искать собственную дорогу. Благодаря совместной жизни, постоянному общению и взаимному участию в работе друг друга, каждый мог учиться у всех и все у каждого. Зимой я делал по два раза в неделю обзоры по внешним текущим вопросам, состоящие главным образом из отчета о собственных работах и работах моих учеников, в связи с исследованиями других химиков... Мы работали с самого утра и до поздней ночи» [7].

То же самое было и у Оствальда. Увлеченные новыми проблемами физической химии, молодые ученые тянулись к Оствальду как к хорошему руководителю и организатору научных исследований.

Обзоры, сделанные ученым на коллоквиумах, умелое поощрение начинающих исследователей — все это привлекало к Оствальду, который благожелательно и открыто делился своими новыми идеями, планами будущих работ. У него был острый взгляд, умело высматривавший «белые пятна» физической химии. Для Оствальда было характер-

но и то, что он мог передавать свое воодушевление и энтузиазм другим. Это «каталитическое» воздействие профессора происходило без всякого насилия, не порабощало молодые умы, а, наоборот, стимулировало развитие индивидуальности, рост самостоятельности исследователя. Молодому ученому Оствальд давал полную свободу действий, он считал, что «юность обуславливает непринужденное мужество как раз по отношению к великим и трудным проблемам. Это мужество еще не подавлено никакими неудачными опытами, а свежесть воззрений по отношению к новому порождает непредубежденность в трактовке явлений, столь часто ведущую к простым постановкам вопросов и также к поразительно простым решениям» [8, стр. 343].

Важное условие создания своей научной школы заключается в умении и способности учителя воодушевлять учеников своим предметом и вызывать у них энтузиазм и интерес к делу. При этом организаторский талант, ораторское дарование и личное обаяние учителя имеют немаловажное значение.

Научная школа будет преуспевать, находиться в авангарде науки, если она обладает способностью к самообновлению, т. е. в том случае, если она «даст свободную дорогу юности». В. Оствальд считал, что у руководителя школы должна быть «способность своевременно *уступать дорогу* талантливому и преуспевающему ученику» [8, стр. 233].

В. Оствальд справедливо указывал, что каждый исследователь должен передавать эстафету следующему поколению ученых, которое решает новые вопросы, и что этот процесс бесконечен.

У исследователя должно быть четкое представление о том, замечал Оствальд, что его результаты представляют всего лишь шаг на бесконечном пути, он должен быть свободен от иллюзии, что все в области его работы сделано, что им поставлена точка.

К этим выводам относительно условий создания научной школы Оствальд пришел в результате всестороннего анализа творчества крупных ученых и возглавлявшихся ими научных коллективов, а также на основании собственной научной деятельности, в особенности ее лейпцигского периода.

Так, большие успехи, достигнутые в разработке теории электролитической диссоциации, Оствальд объяснял тем,

что круг сотрудников, работавших над этой проблемой и иронически названных «нической школой», группировался вокруг Лейпцигского университета и возглавлялся молодым учителем, «который соединял с собственной любовью к делу умение сообщить эту любовь другим».

М. Планк в свое время отмечал, что каждый выдающийся исследователь вносит свое имя в историю науки не только собственными открытиями, но и открытиями, к которым он побуждает других.

В отношении Оствальда можно сказать, что он вошел в историю науки в большей степени не тем, что он сделал сам, а созданием весьма продуктивной школы физико-химиков, обогатившей науку многими исследованиями выдающегося значения.

Ученики Оствальда не раз говорили о большой способности профессора возбуждать мысль и «пригоршнями» разбрасывать идеи для новых исследований. Как-то Э. О. Бекман сказал, что полчаса разговора с Оствальдом давали материал для работ на полгода. Известный английский физико-химик Ф. Доннан, хорошо знавший Оствальда, так говорил о нем: «Оствальд был непрерывно бурлящим потоком свежих идей и вдохновения. Представьте себе дружелюбно настроенного человека с пронзительными глазами, здоровым цветом лица, рыжеватыми волосами, усами и бородой, каждый день спящего по лаборатории. Если у вас были затруднения, то он всегда был готов прийти на помощь и предложить выход. Если же у Вас не было трудностей, то Вы получали от него какую-либо новую идею. Если у Вас были свои взгляды на музыку, живопись или философию, и тогда хозяин был полон внимания и всегда готов был обсудить их вместе с Вами» [9].

О дружеской творческой атмосфере, царившей в лаборатории, Оствальд впоследствии писал: «Наши работы были общими. Разговор профессора с отдельными практикантами происходил всегда при живейшем участии других практикантов. Успех каждого из нас поощрял других к более усердной работе, которая почти всегда была вознаграждаема подобным же успехом» [10, т. II, стр. 44—45].

В. Оствальд вспоминал, что теория электродвижущих сил Нернста возникла как следствие разговора в лаборатории. Нернст спрашивал Оствальда, почему же ионы не вылетают из раствора, если на них действует давление, на-

правленное к поверхности. На это австрийский физик И. Стефан, присутствовавший при разговоре, дал ответ, что при достижении ионом поверхности сейчас же возникают во много раз большие силы, действующие на него в обратном направлении (силы поверхностного натяжения). Но если элиминировать эти силы наслоением чистого растворителя, то ионы должны были бы немедленно проникать в него. «Они это и делают, — ответил Оствальд, — ведь сразу же наступает диффузия». «Но в случае газа пустое пространство было бы заполнено в недолгие мгновения, диффузия же продолжается недели и месяцы», — возразил Нернст. «Пустое пространство не препятствует движению, жидкий же растворитель обладает большим трением, соответственно замедляющим движение...», — был ответ Оствальда. Оствальд отмечал, что Нернст не без внутренних колебаний продолжал анализировать эти представления, пока они не привели его к разработке теории диффузионных потенциалов [10, т. II, стр. 38—39].

В 80—90-х годах XIX в. в письмах к своим друзьям (Аррениусу, Нернсту и др.) Оствальд неоднократно отмечал, что его лаборатория переполнена практикантами. «Кроме сероводородной комнаты, все помещения заняты, всего работает двадцать практикантов. Я не могу писать тебе, что делает каждый из них в отдельности, ты должен приехать и посмотреть сам», — сообщал Оствальд Аррениусу 2 января 1892 г. [11].

Из русских ученых к Оствальду первым поехал В. А. Кистяковский, только что защитивший (1888 г.) в Петербургском университете кандидатскую диссертацию на тему «Гипотеза Планка — Аррениуса» [12]. Эта диссертация — первое в России рассмотрение работ по теории электролитической диссоциации Аррениуса и физической теории растворов Вант-Гоффа, относящихся к 1887—1888 г. Диссертация замечательна тем, что через год после появления теории электролитической диссоциации в Петербургском университете — в центре оппозиции этой теории, когда химики разделились на два враждующих, казалось, непримиримых лагеря, — молодой русский ученый В. А. Кистяковский выступил за объединение гидратной теории Менделеева с теорией электролитической диссоциации Аррениуса, выступил с идеей о гидратации ионов, которая в дальнейшем получила плодотворное развитие в работах Каблукова, Вальдена, Джонса и многих других.

В большой работе, опубликованной в 1890 г. в «Журнале физической химии» Оствальда, Кистяковский развил идею ионной гидратации и подробно изучил вопрос о двойных и комплексных солях [13].

В Лейпциге после окончания работы «Об электролизе двойных комплексных солей» Кистяковский по совету Оствальда занялся решением вопроса о причинах специфического влияния кислоты в процессах образования и разложения сложных эфиров.

В 1889 г. у Оствальда появился другой молодой русский ученый из Московского университета — И. А. Каблуков. Каблуков поехал к Оствальду, чтобы познакомиться с новыми методами физико-химических исследований, а также с устройством лабораторий, приспособленных к подобного рода исследованиям. Кроме этого, в Лейпциге Каблуков прослушал курс лекций Оствальда по общей и теоретической химии.

В своем отчете о заграничной командировке Каблуков писал: «Для того, чтобы изучить некоторые методы физической химии, я избрал лабораторию проф. Оствальда и поэтому, выехав из Москвы 3 мая 1889 года, отправился в Лейпциг... Приехав в Лейпциг, я на другой же день отправился к проф. Оствальду, которого я ранее письменно просил оставить для меня место. Получив место в лаборатории проф. Оствальда, я проработал весь семестр в его лаборатории, причем прослушал весь курс общей химии, читанный этим профессором.

В летний семестр проф. Оствальд читал курс общей и теоретической химии... Объем его курса вполне определяется его книгой «Учебник общей химии» (*Lehrbuch der allgemeinen Chemie*), хотя, конечно, характер изложения другой, и кроме того некоторые главы были вновь переработаны, как например, глава о растворах, обративших на себя в последнее время внимание и силы многих химиков» [14].

Об Оствальде как руководителе Каблуков оставил интересные воспоминания.

«Я приехал к нему (Оствальду. — *Авт.*), — писал Каблуков, — чтобы получить руководство в своей работе. Он поручил меня Аррениусу*, который в это время был как бы

* В лаборатории Оствальда было «трое русских (В. А. Кистяковский, И. А. Каблуков, А. В. Сперанский. — *Авт.*) и они уверяли

личным «лаборантом». (В Лейпцигской лаборатории Каблуков исследовал электропроводность хлористого водорода. Для работы ему понадобилось большое электросопротивление.— *Авт.*). Помню,— продолжал Каблуков,— Аррениус вместе со мной приходит к Оствальду и Оствальд делает следующее. «Нужно,— говорит,— достать стеклянную пластинку, более или менее толстую. Затем достать пластинки фольги, и Вы получите то, что Вам необходимо. Берите карандаш: графит, как известно, проводит электричество, и вот Вам сопротивление» [15].

У Оствальда Каблуков проработал практикантом весь летний семестр, изучая электропроводность растворов хлористого водорода в неводных растворителях. Это была одна из первых работ по электрохимии неводных растворов. По совету Каблукова, осенью 1890 г. к Оствальду поехал работать А. В. Сперанский — ассистент Московского университета. Сохранились письма Сперанского Каблукову из Лейпцига. В одном из писем (11 ноября 1890 г.) Сперанский писал: «Занятия у меня идут успешно. Слушаю лекции Нернста: «Приложение математики к решению химических задач» и Бекмана «Анализ пищевых продуктов», слушаю эти лекции более для упражнения в немецком языке, в котором я все еще плох; я сначала говорил с Оствальдом по-русски, он отвечал по-немецки, но если я говорил, что не понимаю, что он говорит, то он начинал тоже по-русски скверно, но понятно; мне Оствальд очень нравится» [116].

Позднее в лаборатории Оствальда начал работу над магистерской диссертацией В. Ф. Тимофеев из Харьковского университета. Он так же, как Каблуков, изучал природу неводных растворов. В 1896 г. к Оствальду поехал Н. А. Шилов, тогда молодой ассистент Московского университета. Он проработал в лаборатории Оствальда около двух лет. По совету Оствальда Шилов изучал каталитические явления, происходящие при окислении иодистого водорода бромноватой кислотой. Целью работы было, во-первых, выявить каталитическое влияние ряда веществ (Шилов исследовал влияние 95 неорганических и 80 органических веществ) на эту реакцию и, во-вторых, уста-

меня,— писал Аррениус Тамману,— что русские очень увлекаются новейшими достижениями физической химии» [11, письмо от 8 октября 1889 г.].

новить соотношение между концентрацией катализатора и его каталитическим действием. Научная связь между Оствальдом и Шиловым не прекратилась после возвращения последнего в Москву. 16 мая 1897 г. Оствальд писал Шилову в Москву: «Я просил бы Вас мне сообщить, в каком направлении Вы работаете, с тем, чтобы не делать здесь одновременно такой же работы» [17, стр. 14].

В конце 1900 г. Шилов вновь поехал в институт Оствальда, где совместно с Р. Лютером изучал сопряженные реакции. В эти годы у Оствальда работали молодые русские физико-химики: А. В. Раковский, Л. В. Писаржевский, А. А. Титов, Д. П. Турбаба, А. В. Сапожников.

Из американских ученых в лаборатории Оствальда в 90-х годах работали Ж. Леб, А. Нойес, Г. Джонс, впоследствии много сделавшие в развитии теории растворов.

А. Нойес и Г. Джонс были одними из первых американских химиков, которые поняли важность и новизну теорий растворов Вант-Гоффа и Аррениуса. Чтобы глубже изучить новые теории и лично познакомиться с их авторами, Джонс решил в 1892 г. поехать в Европу с целью поработать над новыми проблемами физической химии. Вначале Джонс поехал в Германию к Оствальду, где впервые узнал о тематике и характере работ представителей физической химии и познакомился с воззрениями «ионистов» на природу растворов [18].

В 1892 г. по предложению и под руководством Оствальда в его лаборатории Джонс усовершенствовал криоскопический метод Бекмана и применил его для измерения степени диссоциации электролитов в растворе.

В 1893—1894 гг. Джонс в лаборатории Оствальда провел исследование упругости растворения металлического серебра, погруженного в воду и в спиртовой раствор азотнокислого серебра, и впервые убедительно показал, что для одного и того же металла величина электродного потенциала существенно изменяется в различных растворителях.

Из ученых Великобритании в лабораторию Оствальда первым приехал шотландец Д. Ускер. Особенно теплые отношения Оствальд питал к английскому ученому В. Рамзаю, с которым долгие годы поддерживал дружескую переписку [19].

В. Рамзай одним из первых английских ученых принял теорию электролитической диссоциации Аррениуса и осмотическую теорию Вант-Гоффа. Он доброжелательно

относился к работе Оствальда, связанной с организацией исследований по физической химии. На страницах журнала физической химии Оствальда Рамзай опубликовал несколько важных статей физико-химического характера. Оствальд и Рамзай часто встречались и обсуждали различные научные и общественные проблемы.

Слава лейпцигской физико-химической лаборатории Оствальда докатилась и до далекой Японии. В начале 90-х годов у Оствальда работали три представителя Страны Восходящего Солнца: Сакураи, Икеда и Озака. Под руководством Оствальда Сакураи выполнил темы: «Молекулярный объем ароматических соединений» (1889—1890) и «Улучшение метода Бекмана по определению молекулярных весов растворенных веществ» (1894); Икеда — «Простой метод исследования химической кинетики» (1894).

Почти в каждом семестре у Оствальда работало около 30 молодых специалистов. Ему приходилось, как правило, каждому предлагать тему для исследовательской работы, следить за ее результатами. Кроме этого, он систематически читал полный курс по общей и физической химии, писал книги, статьи, рефераты, рецензии. Во многих письмах к своим друзьям, он писал, что «по горло увяз в работе». В письме к Аррениусу от 17 марта 1893 г. Оствальд сообщал своему другу: «В этом семестре у меня было 28—30 самостоятельных работников. Через 2—3 дня я поеду с моим старшим сыном Вольфгангом на озеро Гард, чтобы порисовать, побродить и опять приобрести работоспособность... Я в конце прошедшего семестра начал книгу о лабораторной практике по физической химии, нечто вроде физико-химического Кольрауша, и хочу ее закончить после возвращения, чтобы легче было вести занятия. Далее пойдет подробный исторический учебник по электрохимии, а затем последний том моего учебника, а затем и т. д. и т. д., я даже думать об этом не могу. Напиши мне твое мнение об электрохимической главе моей книги; я впахнул в нее огромное количество работы» [41].

Учебные руководства

В. Оствальд — автор многих учебников и пособий, которые в последние десятилетия XIX в. и в начале XX в. во многих странах служили основными руководствами при

изучении физической, аналитической и неорганической химии.

За многие годы педагогической деятельности у Оствальда накопился богатый опыт педагога, методиста. Этот опыт помог ему создать учебные руководства различного плана. Уже во времена Оствальда в процессе преподавания, пожалуй, самым трудным был вопрос, как справиться с обширным фактическим материалом, чему надо научить ученика и от какого материала можно отказаться.

В настоящее время эта проблема является, по-видимому, одной из самых актуальных, ибо обогащение химии фактическим материалом происходит очень быстро и процесс наращивания знаний все больше усиливается.

Как старался решить эту проблему Оствальд? Послушаем опытного педагога: «Я держусь того мнения, что непосредственное и основательное знакомство с достаточным числом важных и типичных веществ составляет и должно составлять основу всякого преподавания химии. Когда же приобретен такой материал для мысли, то для учащегося может быть только полезно, если он, отрешившись от всего случайного, когда-нибудь просмотрит в простом и крупном масштабе те огромные связи, скрепляющие все отдельные части в одно целое... Обобщения играют роль лейтмотива в химической симфонии..., или же, если воспользоваться другим картинным сравнением, обобщения образуют как бы скелет в химическом теле, который преподаватель, облекая покрывалом химических деталей, должен сохранить в опознаваемом виде, если только он желает придать своему преподаванию форму художественного произведения» [20].

В другом месте он говорит: «Я провел самое энергичное ограничение фактического материала... Недостатком химического образования часто считается то обстоятельство, что ученик при дальнейшем изучении предмета составляет себе представление, что он уже все знает и тем вредит своему развитию... Это зависит главным образом от того, что память ученика загромождена излишними подробностями, тогда как он недостаточно знаком с сознательным анализом химических явлений... Я старался поэтому показать, как из немногих и простых фактов при тщательной разработке следствий можно сделать глубокие и широкие выводы, которые со своей стороны вызывают экспериментальную проверку и новые наблюдения» [21, стр. 7].

LEHRBUCH

DES

ALLGEMEINEN CHEMIE

VON

DR WILH. OSTWALD

PROFESSOR AM POLYTECHNIUM ZU RIGA

IN ZWEI BÄNDEN

ERSTER BAND: STÖCHIOMETRIE.

MIT 135 HOLZSCHNITTEN UND 2 TAFELN

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1885.

Титульный лист «Учебника общей химии»

Исходя из этой совершенно правильной общей установки, Оствальд своими учебниками старался развивать у учащихся самостоятельное научное мышление. Он постоянно указывал, что за пределами того, что изучил учащийся по программе, лежат еще необъятные области дальнейшего изучения.

Как педагог Оствальд, излагая материал, часто прибегал к историко-критическому методу преподавания химии, полагая, что именно такой способ позволит учащемуся запомнить не груду фактов, а понять науку в процессе движения. При написании своих учебников химии Оствальд столкнулся с проблемой изложения химического материала. Можно было рассматривать его в естественно-историческом плане или же знакомить учащихся только с последними достижениями науки, не вникая особенно в то, *как* они были получены и *кто* сделал то или иное открытие. Иными словами, питать молодежь только чистым фильтратом научных достижений, отбрасывая осадок, который остался на фильтре прошедшей эпохи. Оствальд по этому поводу писал: «Время отделило плевелы от пшеницы, и эта последняя была нами тщательно перемолота и испечена в хлебе насущном наших учебников. Начинаящий ученый пусть ест этот хлеб» [22]. Сам Оствальд чаще всего вел своих учеников по историко-логическому пути к химическим истинам.

В 1885—1887 гг. Оствальд издал два фундаментальных тома «Учебника общей химии», в которых изложил обширный физико-химический материал с широким привлечением историко-химических данных.

В первом томе подробно рассматривались различные методы определения атомных и молекулярных весов, затем излагалась стехиометрия газообразных, жидких и твердых веществ. Заканчивался том сводкой данных о химических элементах и их соединениях.

Второй том содержал следующие разделы: термохимия, фотохимия, электрохимия, учение о химическом средстве (история и современное состояние).

Историко-критический анализ у Оствальда представлял главный способ рассмотрения современного состояния соответствующей проблемы. Так, например, излагая основы химической кинетики, он освещал историю данной проблемы и попутно проводил ряд историко-научных аналогий. В главах, посвященных химическому средству,

термохимии, электрохимии, Оствальд также подробно рассмотрел развитие этих разделов физической химии с момента их возникновения. Из этого видно, что Оствальд хотел дать представление о науке в ее развитии, в живом потоке возникающих и умирающих гипотез и теорий с упоминанием имен тех ученых, которые принимали непосредственное участие в этом движении.

Уже вскоре после выхода в свет «Учебник общей химии» Оствальда получил широкую известность и признание. Во многом успех этого учебника предопределился тем, что он был издан вовремя — 80-е годы XIX в. были ознаменованы крупными физико-химическими открытиями и повышенным интересом молодых ученых к этой отрасли химии. Оствальд выпустил руководство как раз в тот момент, когда в нем остро нуждались. В. Оствальд справедливо однажды заметил, что «нередко проходит очень много времени, пока придет тот человек, который может заметить плод и сумеет его сорвать» [2, стр. 160].

По этому же поводу П. И. Вальден писал: «Чтобы оказывать влияние на широкие круги, новая научная истина нуждается в резонаторе; она должна появиться в соответствующее время и быть выражена в понятной форме» [1, стр. 163]. Но не только эти мотивы создали славу учебнику Оствальда — главное заключалось в том, что это был *первый* учебник по общей (физической) химии, отражающий весьма подробно развитие *всех* существующих тогда направлений данной науки. Напомним, что лежало на книжных полках из учебных пособий по общей химии до Оствальда. В 1857 г. Г. Буфф, Г. Копп и К. Цаминер опубликовали в Германии небольшую книгу «Теоретическая химия» (в 1859 г. появился русский перевод этой книги). Затем Г. Копп самостоятельно выпустил «Учебник физической и теоретической химии» (1863) *.

Л. Мейер издал в 1864 г. книгу «Новейшие теории химии и их значение для химической статистики» (русский перевод появился в 1866 г.; пятое немецкое издание вышло в 1884 г.). Другой немецкий ученый А. Науман в 1869 г. издал «Основания термохимии, или учение о зависимости между тепловыми и химическими явле-

* В переработанном виде этот учебник появился в 1883 г. под названием «Теоретическая химия».

ниями, изложенное на основании механической теории тепла» (русский перевод появился в 1871 г.). В России в 1877 г. вышло руководство Н. Н. Любавина «Физическая химия». Все эти книги рассматривали ту или иную проблему физической химии, не претендуя на полноту изложения всех разделов физической химии. Исключение составляет курс Любавина, в котором, однако, проводились устаревшие теории (автор был, например, сторонником теории теплорода).

Этими недостатками не страдал учебник общей химии Оствальда. Изучив огромную литературу (чаще всего по первоисточникам), Оствальд убедительно показал, каких значительных успехов достигла физическая химия. Созданное им общее полотно развития новой науки оставляло сильное впечатление. Молодые ученые воочью могли убедиться, что уже многие первоклассные ученые посвящали свои исследования изучению физико-химических проблем.

Исторический материал потребовался Оствальду в какой-то мере и для того, чтобы солиднее обосновать необходимость выделения физической химии в самостоятельную дисциплину. Но при таком подходе проявились односторонние увлечения заслугами одних ученых и умаление достижений других. Отмечая этот недостаток, русский химик П. П. Алексеев в рецензии на книгу Оствальда «Учебник общей химии» писал: «Несколько странно, что в сочинении рижского профессора не упоминается имя Менделеева при удельных объемах, Бутлерова — когда говорится о строении; умалчивается также об исследованиях Меншуткина над образованием эфиров... Вероятно, г. Оствальд с русскими химическими работами знаком не только лишь по французским и немецким источникам» [23].

Эта справедливая критика, правда, высказанная в несколько ироническом тоне, вызвала настолько резкую реакцию Оствальда, что он вышел из состава Русского физико-химического общества.

У каждого ученого было естественное желание, чтобы его работы получили *полное* отражение в таком руководстве, как «Учебник общей химии» Оствальда и если он такого отражения в нем не находил, то, разумеется, был не доволен этим обстоятельством. Но во что бы превратилось учебное руководство, если бы Оствальд пошел по этому

пути! Химическую энциклопедию он не хотел и не мог дать в руки учащихся. Однако стремление Оствальда по-своему обобщить и оценить материал наложило на его учебник определенный отпечаток — в нем проглядывало тщеславие автора, и это не осталось незамеченным. Даже близкие друзья Оствальда: Аррениус, Нернст и др. считали, что он слишком выдвигал на страницах учебника свои заслуги.

В. Оствальд болезненно реагировал, когда до него доходили подобные суждения. Он по своему опыту знал, как трудно в учебной литературе изложить материал так, чтобы самолюбие каждого ученого было удовлетворено. Но по возможности он стремился отмечать авторов наиболее крупных открытий. Так, по поводу открытия периодического закона, изменения на его основе величин атомных весов элементов и предсказания новых элементов Оствальд писал: «Наиболее энергично и в то же время наиболее счастливо шел в этом направлении Менделеев» [24, стр. 206]. Открытие предсказанных Менделеевым элементов, по словам Оствальда, было «триумфом для него (Менделеева. — Авт.) и для науки, так как оказалось, что большая часть предсказаний проф. Д. Менделеева подтвердилась» [24, стр. 207].

Но значение периодического закона для последующего развития химии и физики Оствальд, к сожалению, недостаточно оценил. В периодическом законе он не видел фундаментального закона природы, подобного закону сохранения энергии. Тем не менее, он считал, что «закон, по которому свойства элементов в их сравнимых соединениях представляют периодические функции атомных весов, следует считать одним из важнейших успехов теоретической химии за последнее время» [25, стр. 200]. При этом он справедливо и дальновидно отмечал, что периодическую систему следует считать только «началом целого ряда в высшей степени плодотворных идей». В «Учебнике общей химии» (1-е издание, т. I) Оствальда нашли отражение работы Менделеева по газам (стр. 143), по критической температуре (стр. 266), по капиллярным явлениям (стр. 482). Из работ русских ученых, посвященных изучению природы растворов, отмечены исследования Д. Н. Абашева, В. Ф. Алексева, И. М. Сеченова. Весьма подробно рассмотрены (стр. 365—374) работы Д. П. Коновалова по упругости пара растворов.

Что же касается заслуг Аррениуса и Вант-Гоффа в развитии физической химии, то Оствальд считал, что его книги по физической химии как раз направлены на «всеобщее введение и распространение новых основных положений химии, созданных трудами Вант-Гоффа и Аррениуса» [25, стр. VI].

В 1891—1893 гг. вышло второе, значительно переработанное издание «Учебника общей химии» («Большой Оствальд»).

«Оствальд все время занят писанием книг, а именно: вторым изданием своего большого курса. Мне будет очень интересно сравнивать его с первым изданием», — писал Аррениус Тамману 21 июня 1890 г. [11].

Чтобы судить о том, как Оствальд перерабатывал, дополнял и изменял новые издания своих учебников, достаточно привести такой пример. В первом издании этого учебника раздел «Стехиометрия» в первом томе содержал 500 страниц, во втором издании — 1163 страницы.

Два толстых тома «Учебника общей химии» были слишком тяжеловесными для студентов, особенно первых курсов. В связи с этим в 1889 г. Оствальд предпринимает издание «Основных начал общей химии» («Маленький Оствальд») в одном томе, в котором он по возможности освободил изложение химии от «излишнего балласта формул». В 1891 г. перевод этой книги появился на русском языке.

Третье немецкое издание «Основных начал» вышло в 1889 г., затем последовало еще несколько изданий. Только в Германии вышло более 12 000 экземпляров этого учебника.

В четвертое издание (1908) Оствальд внес не только существенные изменения в расположении материала и в трактовку основных химических понятий, но и прибавил несколько новых глав, таких как: ионизация газов, явления радиоактивности, учение о дисперсных системах*. Обработка этих разделов, по словам,

* В 1911 г. появился русский авторизованный перевод с четвертого совершенно переработанного немецкого издания «Grundriss der allgemeinen Chemie» под названием «Основы физической химии». «Если принять во внимание признанный всем миром выдающийся педагогический талант Вильгельма Оствальда, то станут вполне очевидными все те мотивы, которые заставили меня остановиться именно на его сочинении и рекомендовать это последнее

Д-ръ Вильгельмъ Оствальдъ,
заслуженный профессоръ Лейпцигскаго Университета

ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ.

Авторизованный переводъ
съ четвертаго совершенно переработаннаго
нѣмецкаго изданія „Grundriss der allgemeinen Chemie“

ПОДЪ РЕДАКЦІЕЙ

Л. А. фонъ-Стоймарна,

завѣдующаго Лабораторіей Физической Химіи
Горнаго Института Императрицы Екатораны II
и
приватъ-доцента Коллоидной Химіи
Императорскаго С.-Петербургскаго Университета.

Титульный листъ русскаго перевода учебника В. Оствальда
«Основы физической химии»

Оствальда, оказала глубокое влияние на его собственное развитие. «Я убедился,— писал Оствальд,— что мы недавно получили экспериментальные доказательства прерывной или зернистой природы вещества... Атомистическая гипотеза поднялась до степени научно обоснованной теории и вправе теперь предъявлять свои притязания на место даже в учебниках, предназначенных для введения в научную область общей химии» [24, стр. VII].

В параграфе «Электронная теория» Оствальд указывал, что «существуют серьезные попытки заменить теперешнее механическое понимание физического мира *электродинамическим*» [24, стр. 730].

В 1900 г. вышло первое немецкое издание учебника Оствальда «Основы неорганической химии»* (*Grundlinien der anorganischen Chemie*). После того как разошлись 4000 экземпляров первого издания, потребовалось еще несколько изданий**.

Придерживаясь естественно-исторического расположения материала, Оствальд стремился ввести в преподавание неорганической химии современные воззрения (особенно из области физической химии) в такой форме, чтобы учащийся с самого начала знакомился с новейшими взглядами и открытиями в этой области химии. Следовательно, в разные главы, где рассматривались свойства различных элементов и их соединений, Оствальд вводит общие законы в таком систематическом порядке, который обеспечивал бы понимание их и уяснение взаимной их связи, причем понимание нового предполагало знание предыдущего. Степень требований, предъявляемых к умственной работе изучающего химию, по мнению Оствальда, должна быть повышена сравнительно с прежней. «По мере того,— писал Оствальд,— как химия развивается из описательной науки в рациональную, она ставит более высокие запросы к умственной и абстрактной способности своих учени-

своим слушателям в Горном институте»,— писал П. П. Веймарн в предисловии редактора.

* Русский перевод этой книги появился в 1902 г. с предисловием известного русского химика М. И. Коновалова. «Имя Оствальда так известно не только специалистам-химикам, но и всякому натуралисту, что едва ли есть надобность рекомендовать эту книгу»,— писал М. И. Коновалов.

** В 1914 г. вышел русский перевод третьего немецкого издания (1912) этого учебника.

ков. В этом отношении она все более и более приближается к физике. Так как это — большей частью студенты, изучающие одновременно и физику и химию, то ту же мыслительную деятельность, которая считается по силам для изучающего физику, необходимо требовать и для химии. Не могу скрыть, что меня всегда ужасно раздражало столь часто обнаруживаемое в элементарных учебниках химии сознательное приспособление к низшей интеллектуальной ступени сравнительно с учебниками физики и математики, предназначенными для одного и того же периода обучения, и легко складывающееся у молодых физиков представление, что будто бы химия является наукой низшего ранга, несомненно, в значительной мере имеет своим источником указанное обстоятельство» [25, стр. V].

Примечательно, что, начиная с третьего издания «Основ неорганической химии», Оствальд отмечал, что «благодаря полному согласию с опытом, атомистическая гипотеза приобрела большой авторитет и общее признание, так что в настоящее время она исключительно господствует в химии. В настоящей книге также не приходится существенно отступать от указанного общего приема, тем более, что в самое последнее время и много других следствий, вытекающих из атомистической гипотезы, оказались согласными с фактами» [25, стр. 169]. Здесь Оствальд прежде всего имел в виду новые открытия в области радиоактивных явлений. Отметим, что в третье издание он ввел новую главу «Радиоактивные элементы», которую закончил словами: «От новой и необыкновенно высокой стадии концентрированной энергии, какая имеется в радиоактивных веществах, следует ожидать соответственно новых и необыкновенных результатов... Мы должны допустить, что ближайшие десятилетия придадут химической науке во многих направлениях новый и неожиданный вид» [25, стр. 755].

По словам Аррениуса, «через учебники Оствальда детальные исследования становятся известными широкой публике».

Для того чтобы основы химической термодинамики, изложенные в классических трудах Гиббса, дошли до широких кругов химиков и сделались средством дальнейшего прогресса химии, Оствальд в 1892 г. издал на немецком языке термодинамические работы Гиббса.

Немецкое издание «Термодинамических очерков» состояло из трех работ Гиббса и краткого предисловия Оствальда, следующего содержания: «Значение трудов Гиббса по термодинамике лучше всего характеризуется тем фактом, что в них содержится в явной или скрытой форме большая часть сделанных с тех пор различными исследователями открытий, приведших к значительному прогрессу в области химического и физического равновесия. Работы Гиббса не потеряли своего значения до настоящего времени и интересны не только с исторической точки зрения. Из почти необъятного богатства содержащихся или намеченных в них результатов к настоящему моменту была использована лишь малая часть. Их страницы еще хранят нетронутые разнообразные сокровища огромной важности, как для теоретических, так и для экспериментальных исследований» [26].

«Я очень рад переводу Гиббса, английское издание было действительно очень трудно написано», писал Аррениус Оствальду [11, письмо от 14 ноября 1892 г.].

Богатый опыт проведения практических занятий по физической химии нашел отражение в книге «Физико-химические измерения» (Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen), которую Оствальд издал в 1893 г.

В дальнейшем это руководство после коренной переработки, выполненной учениками Оствальда Р. Лютером и К. Друкером, выдержало несколько изданий и было переведено на различные языки, в том числе и на русский [27].

В 1894 г. теоретические основы аналитической химии подверглись фундаментальной переработке в труде В. Оствальда «Научные основания аналитической химии». Отмечая, что эта отрасль химии, хотя и сделала большие успехи в технике аналитических определений, но теоретически страшно отстала, он писал: «В значительном противоречии к улучшению техники аналитической химии находится ее научная разработка. Последняя даже в лучших сочинениях ограничивается изложением формул и уравнений, по которым должны были бы происходить соответствующие химические реакции в идеальном (крайнем) случае. В то время когда... везде мы видим живейшую деятельность с целью теоретического оформления научного материала..., аналитическая

химия все еще пристрастна к старейшим, везде в остальных областях уже брошенным теоретическим направлениям... и не видит никакого зла в том, что представляет свои результаты в форме, которая оставлена уже пятьдесят лет тому назад» [28].

После того, как ионная теория Аррениуса получила широкое признание, в некоторых руководствах по аналитической химии стали приводить отдельные сведения о ней; весь же фактический материал излагался по-старому. Совершенно иначе поступил Оствальд. Он коренным образом перестроил все изложение материала по аналитической химии.

Применение новых взглядов на растворы, теории электролитической диссоциации и закона действующих масс позволило объяснить многие применяемые практические способы, условия и механизм аналитических реакций. В 1894 г. Оствальд разработал учение о алкалиметрических и ацидиметрических индикаторах.

В результате этой работы Оствальда аналитическая химия превратилась, по словам Вальдена, «из рода искусств,— сборника практически испробованных рецептов для определения и отделения тел,— в область науки об ионах. Нельзя не радоваться этому процессу, потому что действительно пора, чтобы и аналитическая химия, столь важная и полезная часть прикладной химии, приспособилась к современному развитию чистой химии, а не продолжала игнорировать всякий прогресс в наших химических воззрениях, нередко изображая музей химических древностей» [28].

В 1897 г. вышло второе издание «Научных оснований аналитической химии», в предисловии к которому Оствальд писал, что его книга возбудила интерес «особенно в среде специалистов — аналитиков... В учебных лабораториях автора, а также в лабораториях его друзей и единомышленников оказалось возможным испытать педагогическое значение новых взглядов, и испытание это оказалось удачным».

Эта книга была переведена на английский, венгерский, японский, итальянский, французский языки. Первое русское издание «Научных оснований аналитической химии» появилось в 1896 г. Оно вышло в Риге с предисловием П. И. Вальдена. Второе русское издание «Научных основ аналитической химии в элементарном изложении»

в переводе с седьмого немецкого издания (1920) вышло в 1925 г. под редакцией Н. А. Шилова.

В 1909 г. появилось новое учебное руководство Оствальда «Введение в изучение химии», которое в 1910 г. было переведено на русский язык также под редакцией Н. А. Шилова.

«Достаточно даже беглого знакомства с книгой,— писал Шилов в предисловии,— чтобы оценить ее по достоинству. Учебник принадлежит к числу кратких. В большинстве случаев такого рода руководства страдают конспективностью, а следовательно, и сухостью изложения и очень часто сводятся почти к голому перечню фактов. В этом как раз нельзя упрекнуть учебник Оствальда: фактический материал подобран настолько тщательно и настолько тесно слит с общими вопросами химии и смежных областей знания, что изложение все время сохраняет интерес и живость.

Нельзя также не приветствовать изменившейся точки зрения Оствальда на атомистику. Краткое изложение первоначальных сведений по химии вне атомистических воззрений вряд ли находит себе оправдание по каким бы то ни было соображениям, ибо такое изложение может только затруднить и запутать начинающего».

Оствальд отнесся с живым интересом к переводу этой книги на русский язык.

«Дорогой Шилов!— писал он в письме.— Я получил Ваш перевод и предоставляю Вам право воспользоваться для него следующими словами: «Давая разрешение на русское издание моего «Введения в изучение химии», я выражаю пожелание, чтобы эта книга оказалась полезной в той стране, в которой я сам получил свое химическое образование.

С лучшими пожеланиями
Ваш В. Оствальд» [17, стр. 77].

В. Оствальд писал учебные руководства не только для высших, но и для средних школ. Так, в 1903 г. большим тиражом вышла книга Оствальда «Школа химии», написанная для школьников образным и живым языком в форме диалога. («Всякий, я думаю, поймет, что эта форма принята здесь не случайно, а есть результат моей разносторонней преподавательской опытности»). Эта книга интересна не только формой изложения, но и со-

держанием. Оствальд проводил в ней мысль, что общая и физическая химия должна служить основой всякого химического образования, а следовательно, и основой химического преподавания с «самых первых шагов его». При изложении трудных для понимания начинающего явлений или законов химии Оствальд с успехом употреблял прием, о котором он, обращаясь к ученику, говорил: «Я намеренно веду тебя так, чтобы ты сам наталкивался на законы природы, с которыми я хочу тебя познакомить» [21].

Оствальд никогда не упускал повода разъяснить ученику, что «за отгороженным для него полем простираются еще широкие области науки, вступить в которые он будет в состоянии только много позже», чтобы юный ученик по окончании курса не думал, что он все знает, а наоборот, «преисполнялся стремлением в научную даль» [21].

«Школа химии» получила широкое распространение: вышло несколько немецких изданий и появились многочисленные переводы на иностранные языки. Таким образом, педагогический прием (изложение основ химии в форме диалога) себя оправдал, ибо это была наиболее простая и вместе с тем доходчивая форма изложения химического материала. По инициативе С. Аррениуса и В. Рамзая эта книга была переведена на шведский и английский языки. Затем появился перевод на русский *, голландский, французский, венгерский, польский, латышский и японский языки.

Ценность деятельности педагога, — по мнению Оствальда, — заключается в том, что его влияние действует на других людей таким образом, что улучшает их «собственный оборот энергии». С этой точки зрения Оствальд подходил к проблеме воспитания, выдвинувшейся, по его мнению, в конце XIX и начале XX столетий в различных странах на первый план. Сложность этой проблемы заключается в том, как наиболее умело передать молодому поколению наивысшие научные и литературные ценности.

* Первое русское издание появилось в 1904—1905 гг. в Москве в переводе Е. Раковского. Второе русское издание вышло в 1907—1909 гг. в Одессе под редакцией и с предисловием Л. В. Писаржевского [21].

Свои педагогические, несомненно прогрессивные, принципы Оствальд, как мы видели, широко реализовал в преподавательской деятельности и особенно в своих многочисленных учебниках и руководствах по химии.

В истории химии мы, пожалуй, мало найдем подобных примеров, когда крупный ученый написал бы так много учебных руководств и пособий, как Оствальд. В свое время он буквально «насытил» педагогов и учащихся своими пособиями по химии для высшей и средней школы. По «Оствальду» учились не только в странах Западной Европы, но и в далекой Японии.

Деятельность Оствальда как учителя, автора учебников для высшей и средней школ и создателя популярной литературы, которая по его замыслу должна была ввести широкие круги читателей в курс того, что делается в науке и возбудить «аппетит» к ней со стороны молодежи, была исключительно плодотворной. Можно смело сказать, что если бы эта грань деятельности Оствальда была бы единственным делом жизни, то его имя заслуженно присутствовало бы на страницах истории науки.

«НАТУРФИЛОСОФ»

С конца 90-х годов внимание Оствальда привлекают философские вопросы науки и общие проблемы философии (гносеология, онтология и методология), которые впоследствии начинают у него доминировать над научными занятиями, превратившись на некоторое время в начале XX в. в главное дело его жизни.

В 1901 г. Оствальд выпустил книгу «Натурфилософия», в которой изложил свое философское кредо.

С 1902 г. Оствальд стал издавать новый журнал: «Анналы натурфилософии» (*Annalen der Naturphilosophie*). Он приглашал многих видных ученых публиковать статьи на страницах этого журнала*.

Так, он писал Аррениусу: «Я очень хотел бы иметь для первого выпуска нового тома хоть короткую твою статью, которая подходила бы для *Annalen*, стало быть, что-нибудь из космогонии, историческое или методическое. Пожалуйста, исполни это по возможности, ибо это было бы очень полезно для дела».

В ряде статей, опубликованных в журнале, Оствальд конкретизировал задачи философии, которые он усматривал в разработке общих проблем науки и в преодолении границ между отдельными науками, в интегрировании их в единое целое.

* Страницы журнала предоставлялись преимущественно тем авторам, которые находились на одинаковых философских позициях с ее редактором или близких к ним, т. е. на позициях энергетизма, как назвал Оствальд свою философскую систему, представляющую одну из разновидностей позитивизма.

В отличие от большинства естествоиспытателей Оствальд считал, что плодотворное развитие науки нуждается в тесном контакте с философией, причем с философией, которая не успокоилась на своих прошлых достижениях. а находится в состоянии развития.

В. Оствальд говорил, что он «видел свою жизненную задачу по отношению к науке, большей частью, в разработке и систематизации как раз самых общих основ своей специальности и поэтому больше занимался философской стороной ее, чем другие специалисты» [1, стр. 7].

Поворот Оствальда в сторону занятий философией не был встречен сочувственно естествоиспытателями, которые, как правило, недоумевали — зачем потребовалось ученому, который успешно вел физико-химические исследования, отдавать так много времени и сил философии. Философские труды Оствальда вызвали отрицательное отношение и значительной части профессиональных философов, некоторые философы избегали упоминать его имя, к чему Оствальд относился довольно спокойно, так как он невысоко оценивал их работы, которые, с его точки зрения, не способствовали прогрессу научного познания.

Свою попытку заняться философией Оствальд оправдывал тем соображением, что естествоиспытатель, занимаясь наукой, неизбежно наталкивается на те же вопросы, которые обсуждает и философ.

В. Оствальда глубоко волновала проблема взаимоотношения философии и естествознания, которую он в ряде своих работ и выступлений рассматривал в трех аспектах: как она решалась прежде, каково ее состояние в настоящем и какое решение она должна получить в будущем. Особенно его интересовал вопрос, чем может помочь философия в решении коренных вопросов естествознания, и как оно, в свою очередь, может оплодотворить философию, внести в нее свежую струю*.

* В первой половине XIX в. многие ученые-естествоиспытатели (среди них был Берцелиус) считали, что философия должна заниматься вопросами, которые пока еще не входят в компетенцию науки, и не вмешиваться в проблематику естественных наук. Такое отношение к философии представляло в значительной степени реакцию на идеалистическую натурфилософию, решавшую все вопросы спекулятивным путем, дававшую «ответы»

В. Оствальд писал, что «при том значительном влиянии, которое оказывает в настоящее время естествознание на развитие философского мировоззрения, известный интерес приобретает вопрос, какие стороны и учения исторически развивавшейся философии оказались полезными естествоиспытателю в его работе» [1, стр. 4].

В. Оствальд указывал, что философия естествоиспытателя не может претендовать на то, чтобы стать законченной и вполне выработанной философской системой, ибо на ней лежит печать профессиональных знаний, в ней присутствуют «привычки мышления», которые вырабатываются в ходе повседневных занятий, связанных с изучением определенных явлений природы.

Естествоиспытатели должны, по мнению Оствальда, заложить основы философской системы, соответствующей духу современной науки; этого не могут сделать профессионалы-философы, но полное развитие этой системы — задача последних.

Философия, как отмечал Оствальд, является первой дисциплиной, в рамках которой научное мышление начало свое освобождение от религиозного влияния, и, таким образом, *хронологически и методологически представляет начало всего научного знания* (курсив наш. — Авт.). Отвергая философию как «академический конгломерат логики, этики и эстетики», Оствальд характеризовал ее как науку, объединяющую мышление, черпающую свой материал из всей совокупности отдельных наук с целью согласования всех сторон человеческой жизни.

Но «философия, — по мнению Оствальда, — никогда не должна посягать на задачи специальных наук; раз она пытается это сделать, то необходимыми следствиями являются тотчас или через некоторое время самые грубые ошибки. Лучшее, что может сделать философия, это привести в более близкую связь воззрения, полученные другим путем, с результатами, добытыми из данного исследования, и пользоваться и теми и другими для взаимного их освещения, подтверждения и лучшего изучения наличных фактов» [1, стр. 228—229].

на конкретные вопросы дедукцией из априорных принципов. Однако справедливо отрицательное отношение к натурфилософии (хотя в ней было выдвинуто немало идей, оказавших положительное влияние на развитие науки), часто сопровождалось тем, что из «ванны вместе с водой выплескивался и ребенок».

В. Оствальд, следовательно, выступал самым решительным образом в пользу тесного союза естествознания с философией, подчеркивая его необходимость в равной степени для этих «партнеров».

Большинство же естествоиспытателей XIX в. пытались решать вопросы науки собственными средствами, не апеллируя к исторически сложившимся направлениям в области философии, не используя в должной мере достижения философской мысли за ее многовековую историю. Часто это имело своим результатом то, о чем писал Энгельс в «Диалектике природы», а именно: «кто больше всех ругает философию, являются рабами как раз наихудших вульгаризованных остатков наихудших философских систем»*.

Имя Оствальда связано с определенным направлением научно-философской мысли, создание которого получило большой резонанс в науке и философии и вызвало вокруг себя ожесточенные споры. Это направление — энергетизм. Энергетизм Оствальда своим возникновением обязан прежде всего, как это будет показано ниже, кризису механистического миропонимания в науке, в первую очередь в физике. По своему характеру, по ряду исходных положений энергетизм восходит к направлению научной и философской мысли, по крайней мере, XVII века — динамизму, отдававшему приоритет «силе» перед «веществом», рассматривавшему все существующее и происходящее в мире как действие разнообразных сил.

Основные положения энергетизма были сформулированы Оствальдом в 1891 г. в его книге «Учение об энергии».

В. Оствальд писал, что «фактически энергия является существенно реальным в мире, а материя является не носителем, а формой проявления энергии» [2].

В 1895 г. на съезде естествоиспытателей в Любеке в докладе «Несостоятельность научного материализма и его преодоление» Оствальд подверг резкой критике господствующее мировоззрение, которому он противопоставил свою концепцию.

Мировоззрение, господствовавшее в те годы в науках о неорганической природе, может быть охарактеризовано как механистическое, согласно которому физические

* К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 525.



В. Оствальд (1906)

явления могут быть полностью сведены к движению материальных точек и материальных элементов.

Для механического мировоззрения камнем преткновения была «трудность» примирения необратимости в природе с тем, что в механике все явления обратимы.

По этому, наиболее уязвимому «пункту» механицизма, нанес свой удар Оствальд. В речи в Любеке [3] он указал, что согласно механистическому воззрению на природу все явления неорганического мира должны быть сведены к движению атомов по законам, совершенно сходным с теми, которые были признаны для небесных тел. А все механические уравнения допускают для величин времени, входящих в них, произвольное изменение знаков.

В мире чисто механическом, — заключает Оствальд, — не должно существовать ни «прежде», ни «после» в том смысле, в каком эти понятия усвоены нами. Фактическая необратимость действительных явлений природы ясно указывает на существование таких процессов, которые не могут быть выражены механическими уравнениями. Этим, по его мнению, произнесен «роковой приговор» научному материализму*.

В. Оствальд противопоставлял трактовку закона сохранения энергии, данную Р. Майером, его интерпретации Джоулем и Гельмгольцем. Джоуль и Гельмгольц были, по словам Оствальда, представителями механической теории всех явлений природы; они видели в превращениях энергии не что иное, как только изменения в движении атомов. Гельмгольц особенно старался найти объяснение закона сохранения энергии в предположении, что между этими атомами действуют исключительно центральные силы, зависящие от расстояния**.

* Однако здесь следует отметить, что Больцман к тому времени уже показал, что механические явления по своей природе обратимы и знак времени для них не играет роли, тогда как термические процессы по своей природе так же необратимы, как необратимо выравнивание двух различных температур.

** Г. Гельмгольц считал, что в природе существуют всего два вида энергии: кинетическая и потенциальная, и поэтому при исследовании теплоты, электричества, магнетизма следует только выяснить, какого они характера — кинетического или потенциального. Герц в этом вопросе пошел дальше Гельмгольца, отрицая различие между кинетической и потенциальной энергией, снимая, таким образом, все проблемы, которые связаны с исследованием отдельных видов энергии. Согласно Герцу, существует единственный вид энергии — кинетическая энергия.

В. Оствальд считал себя продолжателем линии Р. Майера, которого, однако, упрекал в дуализме (в признании двух субстанций — материи и энергии); преодоление этого дуализма он ставил себе в заслугу.

Р. Майер считал, что всякая причина имеет вполне определенное, точно соответствующее ей действие, т. е. что причина равновелика действию.

Все причины Майер делил на два рода: одни из них он причислял к материи, другие к силе; каждый из этих родов причин может внутри себя преобразоваться различными способами, тогда как взаимные переходы между ними исключены*.

В отличие от Майера, который признавал реальность энергии наряду с материей, Оствальд считал, что материя — понятие производное от понятия энергии. «Энергия есть самая общая субстанция, так как она есть то, что существует во времени и пространстве», — говорил он [1, стр. 109].

Разные формы энергии, подчеркивал Оствальд, — это неразрушимые, способные изменяться, невесомые объекты.

Таким образом, в этом определении Оствальд подчеркивал четыре «черты» энергии: 1) энергия — объект (субстанция); 2) она обладает постоянством в смысле своей количественной характеристики; 3) в ней заложена способность к разнообразным превращениям; 4) она невесома.

В эволюции понятия энергии Оствальд отмечал три периода: первый период, когда введенное в науку понятие «силы» (позднее — энергии) не имело статуса объекта, а интерпретировалось как атрибут материи; второй период, когда энергии начали приписывать вещественность и реальность наряду с материей, и наконец, третий период, характеризуемый «полным переворотом в тех отношениях, которые мы считали истинными до сих пор. Тогда как за энергией все более и более упрочивается право

* Р. Майер утверждал, что закон сохранения энергии ничего не говорит о природе самой энергии. Но он признавал существование качественно различных форм энергии, превращающихся друг в друга. Высокая оценка работам Майера была дана Ф. Энгельсом, отметившим, что в них содержится не только формулировка закона сохранения энергии, но и признание превращений различных форм энергии друг в друга.

на реальное существование, материя постепенно утрачивает его и у нее, собственно, уже не остается больше никаких прав, кроме основанных на традиции...» [4, стр. 35].

Материя в качестве «отслужившей властительницы должна удалиться на покой в вотчину старцев, где, окруженная свитой поклонников старины, она может ждать своего постепенного уничтожения» [4, стр. 35].

В. Оствальд упрекал ряд ученых в том, что они испытывали некоторый страх перед признанием энергии, без всяких оговорок, субстанцией той же степени реальности, что и материя. Все снова и снова мы встречаем оговорку, указывал Оствальд, что энергия есть только абстракция, математическая функция, обладающая лишь особым свойством сохранять свое значение при всех обстоятельствах, но энергия не математическая абстракция, а то, что имеет определенную измеримую величину, остающуюся неизменной при всех превращениях систем.

В. Оствальд подчеркивал, что словом энергия обозначают общее понятие и соответствующую этому понятию конкретную вещь. Этим словом называют ту функцию измеримых величин, которая обладает свойством сохранять свое значение при всех обстоятельствах, а вместе с тем и всякое отдельное значение этой функции, наблюдаемое в природе. Если существует вещь, писал Оствальд, обладающая определенным числовым значением, которое выражается в известных единицах меры и которое не может быть изменено никаким из известных нам способов, то вещь эта отвечает в наивысшей мере всем требованиям, которые можно предъявить к реальности.

Таким образом, Оствальд считал энергию реальностью и единственной субстанцией мира*. «Понятие энергии,—

* То обстоятельство, что Оствальд рассматривал энергию как субстанцию, было причиной критики его «справа», т. е. с идеалистических позиций. Не все адепты энергетизма разделяли тезис Оствальда о субстанциональности энергии, что видно из следующих слов немецкого физика Г. Гельма: «Я считаю особенно ценным в энергетике то, что она в состоянии несравненно более, чем старые теории, приспособиться непосредственно к опытам, и вижу в попытках приписать энергии субстанциональное существование, значительное отклонение от первоначальной ясности воззрений Роберта Майера: «Не существует ничего абсолютного, нашему познанию доступны лишь отношения...»

писал он, — включает в себя не только проблему *субстанции*, но и проблему *причинности*» [1, стр. 114].

Физический аспект остальдовской энергетики, исходным пунктом которого является признание энергии как субстанции мира, содержит определенное представление о «структуре» энергии и об условиях протекания процессов в мире.

Содержание физического аспекта энергетизма сводится к следующему.

1. Между различными физическими явлениями нет иных отношений, кроме отношений энергии. Нет никакой другой физической величины, которая, как энергия, находила бы себе столь общее применение.

2. Во всяком виде энергии можно определить, во-первых, фактор интенсивности и фактор экстенсивности (емкости). Температура, электрический потенциал — факторы интенсивности, а, например, энтропия, количество электричества — факторы экстенсивности.

3. Наличие различий в интенсивности есть всеобщая предпосылка всего происходящего. Для того, чтобы что-нибудь происходило, необходимо присутствие некомпенсированных различий в интенсивности энергии.

Первый закон термодинамики (закон сохранения энергии) утверждает, что количество данной формы энергии всегда эквивалентно определенному количеству другой формы энергии, независимо от величины интенсивности.

Напротив, подчеркивал Остальд, величина фактора интенсивности имеет решающее значение для выяснения вопроса о том, произойдет ли в данном случае превращение энергии и в какой степени.

4. Фактор экстенсивности (емкости) в энергетической

...Мечтой и иллюзией было бы захотеть увидеть в энергии некий абсолют, а не наиболее удачное для нашего времени выражение количественных отношений между естественными явлениями» [5].

В. Остальд в автобиографии писал, что Гельм выступил против субстанционализации им энергии [6, т. II, стр. 158].

Критикуя Остальда, Ф. Адлер подчеркивал, что остальдовская энергетика в прсобладающей своей части не «пересекается» с воззрениями Маха — Авенариуса, так как Остальд рассматривает энергию как нечто существующее в пространстве и времени, т. е. понимает ее как «метафизическую субстанцию» [7].

картине мира играет ту роль, которая прежде приписывалась материи: это масса, вес, объем*.

Перечисленные положения сводятся к двум законам: к закону сохранения энергии и второму началу термодинамики в интерпретации Оствальда. Энергетика, по мнению Оствальда, или применение обоих главных законов учения об энергии (с применением особых законов, относящихся к отдельным областям) принадлежит к самым верным и упорядоченным областям науки.

Ряд выводов Оствальда из учения об энергии представляет несомненный интерес. Так, например, он приходит к заключению, что «теоретически мы должны допустить возможность существования гораздо большего числа видов энергии, чем мы в действительности знаем, так как невероятно, чтобы нам были известны все виды энергии». Далее он говорит: «Я напому только о поразительных видах энергии, которые стали известны нам в самое последнее время под именем рентгеновых лучей, урановых лучей и т. д. Но в таком случае мы имеем возможность из характера многообразия соответствующих факторов энергии довольно подробно вывести свойства соответствующих неизвестных нам энергий. Мы оказываемся в таком же положении, в котором был Менделеев, когда он создал свою систематическую таблицу элементов» [1, стр. 214].

* Фактор емкости, по Оствальду, эквивалентен «первичным свойствам материи, т. е. тем свойствам, которые имеют между собой тесную пространственную связь». Другие свойства материи («вторичные») тоже, по Оствальду, являются величинами емкости. На вопрос, почему энергия объема (объем), энергия тяготения (вес) и энергия движения (масса) всегда соединены пространственно — Оствальд отвечает: только их объединение делает возможным восприятие предметов; так, если бы не было энергии движения, то система не обладала бы массой, поэтому при малейшем импульсе она получила бы бесконечную скорость и вследствие этого ускользала бы от нашего восприятия.

Если бы система не имела бы энергии объема, то она не принимала бы никакого пространства, следовательно, мы не могли бы ни воспринимать ее, ни каким-либо образом овладеть ею. Наконец, если бы система не имела энергии тяготения, то она не осталась бы на земле.

Методологические принципы энергетизма

Энергетизм не исчерпывается его физическим аспектом, а содержит в себе определенное отношение к той группе вопросов, которые по своему характеру являются методологическими. Среди них на первом плане находятся вопросы о роли гипотезы в науке, значении моделей, характере научного объяснения, роли математики в науках о природе и др.

Позиция Оствальда по всему кругу этих вопросов, по сути дела, одинакова с позицией Маха и Дюгема, этих виднейших представителей позитивизма конца XIX и начала XX столетия.

Отрицание «гипотезы как формы развития естествознания» характерно для позитивизма этого времени. С этим неразрывно связано противопоставление: «физика гипотез» — «физика принципов».

Если законы явлений природы могут быть сведены к законам превращения соответствующих форм энергии, подчеркивал Оствальд, то в чем, спрашивается, будет состоять преимущество энергетизма. Важнейшее преимущество, по его мнению, заключается в том, что становится возможным естествознание, свободное от гипотез. Не надо искать атомов, которые нельзя наблюдать, ни действующих между ними сил, которые трудно доказать и измерить, напротив, каждый раз, когда мы хотим судить о каком-либо процессе, то надо определить лишь род и количество входящей и исходящей энергии.

Реализация этой программы, по замыслу Оствальда, должна была заменить «объяснения» природы описанием ее и реформировать все уравнения, интерпретируя содержащиеся в них отношения между различными группами явлений, как отношения между величинами соответствующих энергий.

Критерии, которые согласно Оствальду позволяют отличать гипотезы и неверные теории от верных, состоят в следующем: выводы вторых говорят о ясно доказуемых и измеримых величинах, тогда как первые к ним не приводят.

Все теоретические построения в науке должны быть, по заявлению Оствальда, освобождены от «излишних

элементов»; к ним он относит уравнения, из которых нельзя «извлечь» измеримые величины*.

Идеальной теорией, освобожденной от всех излишеств, согласно Оствальду, является термодинамика, и нет ни одной теории, которая могла бы сравниваться с ней плодотворностью приложений и надежностью выводов.

«Приложение тех принципов, которые дали термодинамике эти преимущества над другими теориями, и составляет то, что я называю энергетикой», говорил Оствальд [4, стр. 26].

Резко отрицательное отношение к гипотезам Оствальд считает продолжением «линии» Майера по данному вопросу, посвятившему свое знаменитое первое сочинение «друзьям свободного от гипотез воззрения на природу».

Оствальд, считая, что все гипотезы, имевшие место в истории науки, безосновательны, отрицал их плодотворную роль в развитии науки**. В противоположность

* В. Оствальд солидарен с Дюгемом: «До сих пор идеалом теоретиков являлось объяснение всевозможных явлений с помощью небольшого числа простых механических гипотез. Мы должны освободиться от такого идеала; лучшей теорией будет та, которая введет в свои рассуждения величины, имеющие физический смысл и доступные непосредственному измерению» [8, стр. 94].

Э. Мах тоже считал, что задача науки состоит в том, чтобы дать полное и простейшее описание происходящих в природе процессов. По утверждению Маха, такое понимание задач науки не является новым, а ведет свое начало с момента развития современного естествознания. Но новым это положение не было уже и тогда. В самом деле, если даже оставить в стороне практическое осуществление этого взгляда у Галилея и изречение Ньютона «*Hypotheses non fingo*», то Р. Майер ясно говорит: «Раз какой-нибудь факт описан со всех сторон, то он тем самым объяснен и задача науки исполнена». По Маху, эта ситуация в науке, то есть сведение объяснения к всестороннему описанию, укрепляется с повышением зрелости науки: «Возникающая наука движется среди догадок и уподоблений. Но чем более она приближается к своему завершению, тем более переходит в простое, прямое описание фактически данного» [9].

В. Оствальд подобно Дюгему, Маху и другим позитивистам пытался «освободить науку от бродящих в ней метафизических теней».

** Для характеристики изменений взглядов Оствальда интересно напомнить, что в 70—80-х годах он говорил о гипотезах как о «драгоценных помощниках при изучении и исследовании чего-либо».

гипотезам, по мнению Оствальда, важную роль в развитии науки играет метод абстракции, под которым он понимает упрощение отношений, существующих между явлениями, сознательное пренебрежение некоторыми их сторонами, в результате чего мы получаем возможность раскрыть то, что в этих отношениях является главным, и таким образом найти закон природы.

Результаты нашей умственной деятельности, подчеркивал Оствальд, основаны на абстракциях, построенных на действительных явлениях минус некоторые стороны их, которыми мы сознательно пренебрегаем или не знаем в настоящее время.

Гипотеза, с его точки зрения, отличается от абстракции тем, что она не отнимает что-либо от наблюдаемых явлений, а, наоборот, прибавляет к ним нечто, чего раньше в них не было.

В. Оствальд рассматривал гипотезы, в лучшем случае, как модели действительных явлений, которые представляют в переносном смысле известные стороны последних, но все модели заимствуются из механики, которая доставляет нам знакомые образцы для этих целей.

В изображение явлений, как указывал Оствальд, должны входить только образы, которые на самом деле находятся в явлениях, подлежащих изображению, и которые могут быть в них доказаны, а все другие непроверенные элементы должны быть удалены, что определяет изображение явлений не в физических образцах, а в формулах. «Физику понятий», которая, по мнению позитивистов, должна была вытеснить «физику образов», Оствальд сводил к описанию явлений математическими уравнениями, в которых должны присутствовать только измеримые величины. Так как гипотеза может предстать в одеянии математических формул, то для решения вопроса, свободна ли формула от гипотез или содержит ее, следует взять следующий критерий: «Если каждая величина, входящая в формулу, сама по себе измерима, то это закон природы, а если содержит неизмеримые величины, то это гипотеза в математической оболочке; в плоде есть уже червь».

В. Оствальд признает законным в научном отношении другое вспомогательное средство, которое можно назвать предварительным допущением; для него он предложил название прототеза. «Прототеза, — пишет он, — в от-

личие от гипотезы не вводит никаких предположений в отношении механизма явлений, и ее выставляют тогда, когда на основании существующих уже, но еще недостаточно полных наблюдений, принимают определенное математическое соотношение между... наблюдаемыми изменениями, причем направляют дальнейшие опыты к тому, чтобы проверить, изображает ли это допущение и последующие наблюдения или нет» [1, стр. 293].

Позиция Оствальда по методологическим проблемам науки таким образом сводится к следующим положениям: наука — система принципов, но не гипотез; задача науки состоит в описании, а не в объяснении явлений, которое принципиально невозможно; предмет исследования должен быть изображен не механической моделью, не физическим образом, а уравнением, выражающим определенные отношения между величинами, поддающимися измерению (между соответствующими формами энергии); Отрицательное отношение к гипотезе «как форме развития естествознания» (Энгельс), сведение задачи науки к описанию явлений и т. п. весьма сближало Оствальда с Дюгемем, Махом, т. е. с позитивизмом конца XIX ст., и, пожалуй, по этой линии у него контакты с позитивизмом были более тесными и органичными, чем по линии общего содержания энергетизма. С этим связана попытка Оствальда превратить химическую науку в дедуктивную, положив в ее основание два начала термодинамики,— попытка, которая, конечно, не могла увенчаться успехом. Мах и Оствальд считали, что линия на освобождение науки от метафизики, сведения ее задачи к полному и всестороннему описанию явлений, в XIX в. ведет свое начало от Р. Майера и Кирхгофа.

Призыв к отказу от выдвигания и применения гипотез, раскрытия механизма процессов, как известно, не нашел сколько-нибудь широкого отклика в естествознании конца XIX в., несмотря на известное влияние позитивизма и авторитет его лидеров.

Призыв к отказу от конструирования гипотез был равносильен призыву к отказу от использования одного из наиболее мощных средств для получения научных результатов, и поэтому не удивительно, что энергетизм в научном отношении был бесплоден, тогда как его научные противники весьма успешно и плодотворно работали в различных областях физики и химии.

«...Вскоре,— писал Оствальд,— производя для своих лекций по натурфилософии сопоставление некоторых общих положений, установленных науками о неорганическом и органическом мирах, я убедился, что законы энергии имеют огромное значение в смысле связи и систематизации, и я невольно, из года в год, все более и более приходил к необходимости распространения тех же идей на все новые и новые области. В особенности же после того, как я нашел форму (или лучше сказать, одну из форм), в которой проявляется второе начало энергетики (во всех жизненных явлениях), вплоть до наивысших...» [4, стр 19].

По мнению Оствальда, история человечества может получить рациональное объяснение в свете принципов энергетики.

Квинтэссенцией энергетического подхода к разнообразным явлениям общественной жизни Оствальд считал выдвинутый им энергетический императив, заключенный в следующих словах: «Не расточайте энергию, облагораживайте и используйте ее».

В. Оствальд ставил перед собой задачу — дать «энергетическое обоснование истории культуры». Эта задача конкретизировалась следующим образом: все явления природы, с его точки зрения, представляют превращение энергии; в таком случае господство человека над этими явлениями должно находиться в непосредственной зависимости от господства его над энергетическими отношениями, и, следовательно, история культуры есть в сущности история растущего господства человека над энергией.

На заре своего существования человек, обособившийся от животного мира, начал употреблять орудия, которые Оствальдом определяются «как средство, с помощью которого первобытной, имеющейся в природе энергии придается желаемое свойство. Иными словами, орудие есть трансформатор энергии, и оно бывает тем совершеннее, чем совершеннее оно позволяет производить эту трансформацию» [4, стр. 73].

Все первые изобретения, представляющие концентрацию энергии на малых поверхностях (линейное лезвие, точкообразное острие), имели своей целью использование первичной энергии, накопленной в мускулах человека [4, стр. 75].

Более высокие ступени развития человечества характеризуются привлечением для практических целей других источников энергии. Оствальд считал, что современная организация общества пришла в резкое противоречие с целесообразным использованием энергии и что это противоречие будет устранено только после утверждения полного контроля со стороны государства над крупной частной собственностью. В. Оствальд решительно выступал в пользу государственного вмешательства в область частной собственности. Он указывал на то, что совершенно нетерпимой является ситуация, при которой «сильные орудия господства в виде движимого капитала попадали в руки безответственных частных лиц и давали бы им возможность потрясти до основания весь мир. Примером этого может служить хотя бы монополизация нефтяной промышленности Рокфеллером, для борьбы с которым президент Соединенных Штатов, очевидно, не располагает достаточными средствами... Предстоящее же современное развитие необходимо должно будет вступить на соответствующий путь; государство в интересах своего собственного существования будет вынуждено взяться за сосредоточение капитала в своих руках, дабы распоряжаться громадными количествами энергии, которые вследствие этого окажутся в его власти, возможно более рациональным образом, т. е. целесообразно распределять ее между своими членами, сообразуясь с социальной ценностью каждого отдельного индивидуума» [4, стр. 107—108].

В. Оствальд полемизировал с весьма распространенным доводом в пользу сохранения частной собственности, что «переход капитала в руки государства нанесет ущерб прогрессу промышленности, так как уничтожит приманку в виде личной наживы». В ответ на этот мотив против сосредоточения капитала в руках государства, Оствальд выдвигал соображения, что имеются другие, не менее мощные мотивы деятельности, такие, как желание подняться на высшую ступень служебной иерархии и др.

Идея энергетического императива имела, как это считал Оствальд, важное значение и в области высших плодов культуры — искусства и науки. Высшая деятельность гения ведь тоже сводится к превращению энергии. Ценность этой деятельности «заключается в том, что продукт ее действует на других людей таким образом, что улучшает их собственный оборот энергии» [4, стр. 112]. Художест-

венные произведения на впечатлительную душу действуют весьма сильно; «они не увеличивают абсолютной суммы наличной энергии, так как энергию невозможно создать. Зато они повышают оборот наличной энергии, и разные формы ее, вместо того, чтобы бесполезно рассеиваться, не создавая настоящего продукта, действуют в радостной гармонии между собой и приводят к ценному результату» [4, стр. 112—113].

В согласии с этой точкой зрения Оствальд подчеркивал социальную ценность науки, состоящую в том, что она «помогает облегчить страдания человечества, умножить и увеличить его радости, иными словами, улучшить эксплуатацию его свободной энергии» [4, стр. 114]. Высшие цели, которые ставят перед собой лучшие представители человечества, сводятся, по утверждению Оствальда, к «освобождению человечества от страданий и повышению его радостей. Но освобождение означает уменьшение затраты энергии для достижения данной цели, следовательно, улучшение полезного действия, повышение радостей означает усиление деятельности более благородных форм энергии вследствие увеличения той доли общей энергии, которая идет на эти цели...» [4, стр. 115—116].

Интересно отметить, что свою деятельность в международных научных организациях, которую он объединял под названием «научного интернационализма», Оствальд рассматривал как один из аспектов работы, преследовавшей «достижение конечной культурной цели — улучшению в распределении энергетических богатств во всем человечестве. Сюда относятся и мои учения, — писал он, — по разработке задачи создания искусственного международного вспомогательного языка, работы по установлению атомных весов, школьная реформа и др.» [4, стр. 117].

Следовательно, Оствальд разнообразные стороны своей деятельности рассматривал под единым углом зрения — реализации энергетического императива [10]. Все, что делается на благо общества, имеет своим результатом повышение его энергии, в частности увеличение ее благородных форм.

Мы не можем отказать Оствальду в последовательности подхода ко всем вопросам с единой точки зрения — с энергетической. Энергетический подход является тем ключом, который, по мнению Оствальда, открывает доступ,

если не ко всем, то во всяком случае к множеству тайн природы и человеческой жизни.

Диапазон проблем, к которым Оствальд подходил с охарактеризованных позиций, действительно огромен — от превращений энергии в неорганической природе, которая составляет содержание всех явлений и процессов, происходящих в ней, до высших форм человеческой деятельности (искусства, науки, воспитание) и наиболее сложных процессов философской мысли (отношение между духом и материей).

Универсализация принципов энергетики, в частности рассмотрение всей истории человечества под этим углом зрения, приводит Оствальда к ряду выводов, среди которых мы встречаем как реакционные по своему существу (например, осуждение общественных движений угнетенных классов, приводящих к растрате энергии, уменьшению в ее общей сумме доли благородных форм), так и весьма прогрессивных, до которых не поднималось в то время огромное большинство ученых, — это необходимость передачи крупных капиталов (иначе говоря, средств производства) государству. Правда, Оствальд считал, что последнее должно быть осуществлено не революционным путем, а по инициативе самого государства. Такая постановка вопроса, конечно, является утопической. В его время уже были известны реальные пути преодоления противоречия между общественным характером производства и частной формой присвоения — пути, раскрытые основоположниками марксизма, и конкретизированные для эпохи империализма и пролетарских революций, — гением В. И. Ленина.

Энергетический подход к истории человеческого общества, к решению социальных проблем и различных аспектов духовной деятельности является весьма узким и односторонним, не дает ключа к раскрытию закономерностей развития общества, механизма его функционирования. Желание «уложить» все многообразие социальной жизни в прокрустово ложе весьма тощей схемы энергетизма показывает, насколько Оствальд далек от понимания ее реальных закономерностей и насколько этот подход, несмотря на отдельные интересные мысли, не был подлинно научным. Схема развития общества, предложенная Оствальдом, весьма прямолинейно отражает одну из беспорных черт развития человечества — рост

власти людей над природой, увеличение энергетических ресурсов общества, но совершенно не воспроизводит подлинного характера эволюции экономических, социальных и политических механизмов общества.

Истоки энергетизма

Возникновение всякого направления в науке обусловлено определенными причинами, коренящимися в характере развития науки, в логике ее эволюции.

Полный анализ нового направления невозможен без раскрытия его генезиса и установления «родства» между ним и соответствующими течениями философской мысли в прошлом.

История науки и философии показывает, что не всегда видные представители соответствующих направлений в науке владели «исторической диагностикой», т. е. умели адекватно охарактеризовать идейные связи созданного и возглавляемого ими направления с ранее существовавшими.

Не всегда творцы новых направлений проявляли интерес к «генеалогии» своего творения или ошибочно полагали, что оно не имеет предшественников, не перекликается с более ранними идеями.

В. Оствальд проявил умеренный интерес к «генеалогии» энергетизма и не прослеживал связи этого учения со взглядами прежних ученых и философов, пожалуй, за исключением Р. Майера, которого он считал родоначальником энергетизма. Оствальда больше интересовало совпадение его позиции со взглядами современников. Вот почему он довольно настойчиво, но мало убедительно, доказывал совпадение его взглядов со взглядами В. Гиббса.

П. И. Вальден считал, что энергетизм Оствальда восходит к Платону, который в противоположность механической системе Демокрита пытался создать математическое объяснение мира. Платон определял характер всего существующего как способность действовать. Позднее Лейбниц выразил его в своем известном тезисе: «действительно только то, что действует». С этим тезисом перекликается известное положение Оствальда, что «наши органы чувств реагируют только на разницу энергий между нами и окружающей средой».

Известный историк науки Джеммер считает, что оствальдовское представление о массе физического объекта, выраженной в терминах энергии, представляет собой одну из заключительных стадий в развитии, которое началось с сенсуалистической философии Локка и навсегда положило конец субстанциональному понятию материи. Объект с этой точки зрения представляет собой не индифферентный и пассивный субстрат, а источник активности, способ воздействия на наши органы чувств.

Как Вальден, так и Джеммер связывают энергетизм Оствальда с направлениями философской мысли, для которых характерным было отрицание субстанциональности материи.

Конец XVIII и начало XIX столетия, как известно, были ознаменованы острой борьбой между динамистами и атомистами. Виднейшими динамистами были крупнейшие представители идеалистической философии — Кант, Шеллинг, Гегель.

Для динамистов характерно признание приоритета «сил», действие которых образует весь мир наблюдаемых явлений и процессов. Кант в 1786 г. утверждал, что «конструкцию материи образуют притягательные и отталкивающие силы», заполняющие пространство непрерывно, но только с разной интенсивностью. Таким образом, Кант отвергал идею дискретности материи*.

Первые десятилетия XIX в. в истории науки отмечены созданием химической атомистики (Дальтон), началом охвата ею всех областей науки о природе. Ярким свидетельством в пользу атомистической теории были стехиометрические законы, в особенности закон кратных отношений. Дальтон отвергал идею первичности «сил» и образования ими материи, а считал их атрибутами субстанции (материи).

С утверждением атомистики в химии, которая к на-

* Н. А. Меншуткин указывал, что «динамическая гипотеза, развитая в особенности И. Кантом, не предвидела ни закона постоянства состава, ни кратных отношений, а потому и приверженцы ее ко времени полного установления этих законов исчезли...

Еще меньше распространились воззрения натурфилософов, бывшие особенно в моде в начале этого столетия (XIX в.), близкие по форме к воззрениям Канта, но глубоко от них отличающиеся допущением существования только притягательной и отталкивательной сил, но не материи; последняя являлась лишь как продукт взаимодействия этих сил» [11].

чалу 50-х годов заняла господствующие позиции и в физике, динамизм пошел на ущерб, несмотря на то, что имел таких ярких и крупных сторонников, как Шеллинг и Гегель.

Так, Гегель в книге «Наука логики» нападал на Берцелиуса за то, что тот в «Учебнике химии» называл динамическую теорию «умозрительной» философией известных немецких школ, и отвергал ее в интересах превосходной «атомистической философии» [12].

Д. И. Менделеев, выступавший самым решительным образом против энергетизма, характеризовал его как современный вариант динамизма.

Еще в 1869 г., почти за четверть века до появления энергетизма, Менделеев писал:

«Родилось оно еще в древности (атомистическое учение.— *Авт.*) и до последнего времени борется с другим гипотетическим представлением о природе вещества; это последнее учение носит название динамического и считает материю только проявлением сил. Как атомное учение переносит все изучение о веществе на атом, так динамическое учение сводит все явления на изучение сил, считает материю только их проявлением. Еще у древних философов существовали эти две школы; в новейшее время большинство натуралистов держатся атомистической гипотезы, в особенности опираясь на то, что дает химия» [13]. В 1894 г., т. е. три года спустя после появления книги Оствальда «Учение об энергии», Менделеев писал: «Две гипотезы с древних времен существуют в отношении к определению природы вещества: динамическая и атомистическая. ...Первая определяет вещество как встречу сил или как результат их взаимодействия, т. е. придает веществам значение временного сочетания сил, так что категория (в философском смысле) вещества исчезает. Вторая же признает само вещество в числе самостоятельных категорий (например дух, время, энергию или силу), т. е. говорит, что вещество состоит из самобытных атомов и не может производиться игрою или сочетанием сил» [14]. К этому месту Менделеев делает примечание: «В динамизме движется так сказать ничто».

Во всех приведенных высказываниях подчеркивалось, что предшественниками энергетизма были те направления в науке, которые имели «антиатомистический характер».

Несомненно, что более точной является историческая характеристика энергетизма, сделанная Менделеевым, протянувшим линию от динамистов к энергетизму.

Оживление динамизма в науке конца XIX в. было обусловлено рядом причин, заключавшихся в особенностях развития науки на том этапе ее истории. Несомненно, что энергетизм представлял реакцию на кризис механического миропонимания в науке.

В. Оствальд, как отмечалось, своим предшественником считал Р. Майера. Связь между концепцией Оствальда и некоторыми точками зрения Майера несомненна. Из своих современников Оствальд называл ряд ученых и философов, оказавших влияние на формирование его научного и философского кредо. Среди них он упоминал имена Маха, Гельма, влияние которых на него бесспорно. К своим единомышленникам, оказавшим большое влияние на его развитие, Оствальд относил одного из крупнейших ученых второй половины XIX в. В. Гиббса, работы которого по термодинамике он перевел с английского и издал на немецком языке в 1892 г.

Большое влияние Гиббса на свои работы Оствальд объяснял тем, что термодинамические исследования Гиббса не содержали никаких гипотез и были связаны с анализом и установлением отношений между величинами энергии. Эти работы, по словам Оствальда, находились на верхней границе достижимого человеческим умом. И, действительно, до сих пор не обнаружено ни одной ошибки в его формулах, выводах, а главное — в исходных посылках.

В. Оствальд говорил, что имеется немало научных работ, в которых логика и математика представлены в изобилии, но эти работы имеют малую ценность, так как используемые ими допущения и предпосылки неверны. Гиббс в этом отношении безупречен. Оствальд отмечал, что примерно 200 формул в термодинамических работах Гиббса представляют собой соответствующие отношения между величинами энергий; Гиббса поэтому, по мнению Оствальда, следует считать отцом химической энергетике.

«...Гиббс, — писал Оствальд, — занимается исключительно энергетическими величинами и их производными, не прибегая к каким-либо кинетическим гипотезам. Поэтому его выводы оказались убедительными и долговеч-

ными, насколько это вообще было в рамках возможностей человеческого мышления» [15, стр. 126].

Однако уже Больцман справедливо отмечал, что некоторые исследователи (в первую очередь Оствальд) неосновательно считали себя последователями Гиббса*.

«Гиббс, — писал Больцман, — при обосновании своих теорий наверное пользовался молекулярными представлениями, хотя и нигде не вводил молекул в исчисления. Теоремы относительно энергии и энтропии газов, слабых растворов, особенно же теорема о смеси находящегося в диссоциации тела и его частей были найдены и обоснованы лишь благодаря представлению о существовании пространственно друг около друга расположенных молекул» [17, стр. 111].

Гиббс не отрицал существования атомов и молекул. Более того, подчеркивая важность молекулярных представлений, он писал: «Первую задачу науки о молекулах составляет получение возможно более точного понятия о молекулярном строении тел, исходя из их наблюдаемых свойств. Затем знание их молекулярной структуры может быть использовано для поиска формул, характеризующих наблюдаемые свойства» [15, стр. 104]. Из этой цитаты видно, на чьей стороне был выдающийся ученый в борьбе энергетизма с атомистикой.

В предисловии к «Основным принципам статистической механики» Гиббс писал: «В настоящей стадии развития науки едва ли возможно дать динамическую теорию молекулярного действия, охватывающую явления термодинамики, излучения и электрические явления, сопутствующие соединению атомов. Однако всякая теория, которая не принимает во внимание всех этих явлений, очевидно не является полноценной» [15, стр. 107].

Очевидно, что претензии Оствальда на то, что Гиббс является его единомышленником, т. е. энергетиком — неосновательна.

Оствальдовская энергетика имеет в качестве своего предшественника не одно направление философской

* В 1897 г. была напечатана рецензия В. Банкрофта на «Учебник общей химии» В. Оствальда. В ней приветствовалось, что автор уделил большое внимание работам Гиббса, но отмечалось, что Оствальдом допущен ряд существенных ошибок при изложении идей Гиббса [16].

мысли. Онтологический аспект энергетизма,— его позиция по вопросу о субстанции мира и ее структуре (утверждение приоритета энергии и отрицание ее дискретности) — безусловно представлял по своему существу реставрацию в модернизированной форме динамизма, который всегда был связан с идеалистическими направлениями в философии, чьими лидерами в конце XVIII и в первой половине XIX столетия были крупнейшие представители объективного идеализма.

Остальные аспекты энергетизма, в особенности его методологический аспект, своими истоками имеют позитивизм Канта, которого Оствальд считал крупнейшим мыслителем своего времени.

Переплетение динамизма с позитивизмом было характерным для энергетизма, в той его форме, которую развивал Оствальд.

Антиатомизм Оствальда

В течение многих лет Оствальд находился на антиатомистических позициях. Этот период в его научной биографии отмечен попытками построить здание химической науки без атомистики, «эмансипировать» от нее всю группу наук о природе.

Научные работы Оствальда, выполненные в 70—90-х годах XIX в., шли в общем русле атомно-молекулярного учения. Экспериментальные исследования самого Оствальда и его многочисленных учеников по теории растворов, химической кинетике и катализу в конечном итоге были посвящены развитию определенных аспектов этого учения. Заслуживает внимания и тот факт, что в первых изданиях своих учебников по химии Оствальд выступал как сторонник атомно-молекулярного учения. Говоря о значении атомистической гипотезы, Оствальд писал, что эта гипотеза «полезна настолько, насколько она облегчает наглядное представление законов, относящихся к этому ряду явлений. Ее целесообразность простирается еще дальше, так как она позволяет предполагать дальнейшую законность и таким образом переносить научное исследование из области бесцельного опыта в область сознательной деятельности» [18, стр. 3].

В 1878 г. Оствальд в докторской диссертации выстав-

лял тезис: «Положение атомов в молекуле можно определить» [19]. В 1884 г. в «Открытом письме Альбрехту Рау» он приписывал атомам объективное существование.

Приведем еще одно высказывание Оствальда, любопытное в том отношении, что в 1888—1890 гг. он подчеркивал большое достоинство атомистической гипотезы, которая «строго согласуется с опытом».

«На основании этой гипотезы,— писал Оствальд,— развилась чрезвычайно плодотворная теория, и, не взирая на все метафизические возражения против атомистической теории (которые бываю*т* по большей части очень непонятны) — (подчеркнуто нами.— Авт.), в достигнутых ею успехах лежит ручательство в том, что дальнейшая разработка теории приведет к полезным результатам... В частности вопрос об относительном расположении (или движении) атомов в молекуле — есть вопрос вполне научный, который рано или поздно должна будет поставить себе атомистическая теория» [18, стр. 206].

Он говорил студентам, что «решительно все химические опыты нисколько не противоречат ей (т. е. атомистике.— Авт.) и обо всех явлениях, происходящих при этих опытах, она позволяет нам составить наглядное представление. Впоследствии мы будем постоянно пользоваться этой гипотезой» [18, стр. 6].

В 1887 г. в лекции «Об энергии и ее превращениях» Оствальд рядом с материей ставил энергию, т. е. он признавал существование двух субстанций.

В начале 90-х годов в высказываниях Оствальда появляются первые симптомы «энергетического заболевания». В его выступлениях начинает звучать мотив, что атомистическая гипотеза есть только средство, которое помогает нам обобщить все известные факты о свойствах материи. Какова «истинная» сущность материи — остается для нас настолько же неизвестным, насколько не имеющим значения.

Взгляды Оствальда по вопросу об отношении материи и энергии проделали, следовательно, определенную эволюцию: от признания «паритетности» весомой материи и энергии к подчинению первой второй и, наконец, к «превращению» энергии в единственную субстанцию.

В конце XIX и начале XX веков он коренным образом переработал свои учебники химии под углом зрения энергетизма, полагая, что в ближайшее время атомистика ста-

нет научным анахронизмом и будет покоиться в «архивной пыли библиотек» [1, стр. 156].

Одна из первоочередных задач, которую Оствальд ставил перед собой, состояла в том, чтобы «освободить основные стехиометрические законы из скорлупы атомистической гипотезы». Он считал, что ему с этим удалось успешно справиться, и хотел «произвести ту же операцию над молекулярной гипотезой», но относил это на будущее «ввиду неизбежной медленности исторического развития».

Полагая, что «новыми заплатами на старом платье ничего нельзя достичь», он решил «в интересах науки» применять «выражения атомистической гипотезы настолько экономно, насколько это только допускает современный принятый язык» [20, 24].

Как от «лишнего балласта» он освобождает свои учебники от атомистической теории и ее выводов*. Так, в «Школе химии» (1903) атомистической гипотезе отведено лишь несколько страниц. Оствальд полагал, что «свободное от гипотез изложение» приучает ученика с первых же шагов не увлекаться ими и главное внимание обращать на «соотношения между измеримыми и определяемыми величинами» [22].

Первоначально эти попытки искоренения атомизма Оствальд не распространил на ионное состояние ве-

* В учебнике «Основы неорганической химии» Оствальд вынужден был сделать такое пояснение: «Хотя содержание предлагаемой книги изложено по большей части без применения к нему атомистической гипотезы и пользоваться ею мы будем только в исключительных случаях, однако вся наша химическая номенклатура построена на этой гипотезе и попытка изложить предмет помимо ее вызвала бы ряд новых обозначений. Поэтому, пользуясь далее этими старыми названиями, придется формально удерживать и самую гипотезу...»

В этой книге Оствальд подчеркивал, что химические превращения во всех их разнообразных отношениях можно было бы изложить независимо от каких бы то ни было кинетических представлений о природе химических соединений. Но дальше он указывал, что удобнее всего изложить общую систематику химических превращений с точки зрения атомистической гипотезы, так как «эта гипотеза представляет, в сущности, весьма удачно выбранную систему представлений, во многих отношениях весьма картинно «изображающую действительные соотношения» [20, стр. 172].

Эти слова показывают, насколько трудно Оствальду было «расстаться» с атомистикой.

щества. Однако позже энергетические воззрения он распространил и на растворы. В книге «Основы неорганической химии» Оствальд писал: «Вся теория растворов во всей своей полноте и законченности может быть развита без приправ (т. е. атомов и молекул.— *Авт.*), которые в этой области до сих пор в сущности больше служили во вред, чем для объяснения. В следующих главах мы пытаемся изложить теорию растворов, основываясь единственно на опытных фактах и избегая каких бы то ни было гипотез» [20, стр. 144].

Для того, чтобы «освободить» теорию электролитической диссоциации от атомистических представлений, Оствальд высказывал предположение, что ионы можно трактовать не как электрически заряженные атомы, а как самостоятельно существующие порции энергии. Больше того: «Мы можем,— писал Оствальд,— стать на чисто формальную точку зрения и рассматривать ионы просто-напросто как удобное для вычисления вспомогательное средство. В таком случае допущение подобных ионов оправдывается уже их целесообразностью» [20, стр. 333].

Согласно этой точки зрения, ион — не понятие, которому отвечает что-то реально существующее, а только средство расчета.

Изменение отношения Оствальда к атомистике произошло в то время, когда меньше всего было оснований сомневаться в истинности и исключительной плодотворности ее принципов, когда были достигнуты большие успехи в объяснении свойств веществ и процессов, как статистического результата поведения составляющих их частиц.

По сути дела развитие всей химической науки в XIX ст. шло в фарватере атомно-молекулярного учения, которое заняло господствующие позиции и в физике, начиная с 50-х годов.

Универсальность и исключительная плодотворность принципов атомизма отмечалась неоднократно учеными и философами на протяжении многих десятилетий.

Встает вопрос — почему Оствальд «замахнулся» на теорию, под эгидой которой шло развитие физики и химии, на теорию, получившую исключительно высокую оценку у предшественников и современников Оствальда? Почему «очень крупный химик» стал «путанным фило-

софом», точка зрения которого находилась в глубоком противоречии с содержанием научных работ как самого Оствальда, так и других крупных химиков и физиков того времени?

Одним из поводов к сомнениям во всеобщности атомистической теории послужили крупные успехи, достигнутые в значительной степени без ее помощи в области химической динамики. Известно, что Сент-Клер-Девиль и Бертло не руководствовались теорией Дальтона, однако это не мешало первому открыть и ввести в науку важное понятие о термической диссоциации, а второму — установить в термохимии принцип максимальной работы.

Первый и второй законы термодинамики, по существу, были открыты также независимо от тех или иных представлений об атомах и молекулах*.

Первые успехи термодинамики создали впечатление, что в ней науки о неорганической природе получили не дополнительное средство для решения ряда вопросов, а что ее следует рассматривать как альтернативу атомистики.

Крайние сторонники такого взгляда доходили до того, что считали достоверным и вообще заслуживающим внимания только те выводы и теоретические построения науки, которые могли быть выведены термодинамическим путем. П. Дюгем, например, утверждал, что все наиболее значительные результаты в области физической химии были получены с помощью термодинамики, или экспериментальной индукции. Методы термодинамики овладели с уверенностью всеми тремя агрегатными состояниями вещества; наиболее блестящих успехов они достигли в области жидких растворов.

Яркий пример тому — работы Вант-Гоффа по осмотическому давлению и Рауля — по определению молекулярных весов соединений методом понижения температуры плавления и повышения температуры кипения. Преувеличенная оценка мощи термодинамических мето-

* «Химическая динамика, — писал Оствальд, — может дать нам то же, чего мы до сих пор достигли с помощью представлений, даваемых атомистической теорией. В этом отношении она сделала атомистическую теорию совершенно не необходимой» [23, стр. 7].

дов и противопоставление их атомистике характерны для всех представителей позитивизма конца XIX в. (Мах, Дюгем, Оствальд).

Большие успехи феноменологической термодинамики, сыгравшие немалую роль в создании энергетизма, ее бурный рост весьма скоро обнаружили естественные границы ее применимости, выявили те «пункты», которые не могут быть «взяты» с помощью ее средств. Границы применимости термодинамики стали особенно ясны после неудавшейся попытки приложить ее к истолкованию стехиометрических законов, которые получили рациональное объяснение только на почве атомно-молекулярной теории.

Далее стало совершенно очевидным, что термодинамика (ее второе начало) может указать только направление физических или химических процессов, но не в состоянии ни вычислить количественные значения для скорости, ни понять механизм соответствующих явлений. Здесь уже могут помочь только атомистические представления, и последние оказались полезными во многих отношениях.

Некоторые «преимущества» термодинамики перед атомистикой, сыгравшие определенную роль в создании соответствующих умонастроений среди некоторой части ученых и в становлении энергетизма, имели, таким образом, временный характер.

Кинетическая теория материи, которую Дюгем третирует, как «паразитирующее растение на дереве уже крепком и полном жизни» (т. е. термодинамике), проникла на территорию, которая представлялась монополией термодинамики, и сумела истолковать понятия температуры, давления и вывести законы Мариотта и Гей-Люссака. С помощью этой теории были истолкованы такие явления, как броуновское движение и явления флуктуации, которые феноменологическая термодинамика не смогла ни предсказать, ни объяснить.

Но несмотря на огромные успехи кинетической теории, Оствальд долго их игнорировал. Энергетизм Оствальд рассматривал как альтернативу атомистики* и ме-

* В статье «Судьба атома» (1907) Оствальд отмечал, что атомизм слишком украшен «цветками фантазии». Атомы Демокрита, например, нуждались в «добавочных аппаратах.., представляющих

ханистического миропонимания в науке, которые он неразрывно связывал друг с другом.

Таким образом, возникновению и временному успеху энергетики способствовали две разнородные причины: успехи феноменологической термодинамики и кризис механистического миропонимания в науке вследствие появления ряда проблем, которые нельзя было решить с позиций «растворения в механике».

Вскрывая одну из причин появления энергетического учения, М. Планк писал, что учение «представляет из себя известного рода реакцию против тех гордых надежд..., которые возлагались специально на механическое мировоззрение прошлым поколением» [24].

Но когда Оствальд выносил «роковой приговор» научно-материализму, его идейные противники — химики и физики, сторонники атомно-молекулярного учения, убедительно показали, что основные результаты физики и химии получены на основе атомистики. В разгар борьбы между энергетизмом и атомистикой виднейшие представители последнего направления указывали, что по своим возможностям атомистика значительно превосходит термодинамику, что эти два направления надо брать не в противопоставлении друг другу, а в их соединении, во взаимном дополнении. Атомистика позволяет интерпретировать весь эмпирический материал с одной точки зрения, раскрывает связи и отношения между ними, обладает наибольшей эвристической силой в сравнении с другими началами и методами. Иными словами, атомистика — «душа всего нашего знания природы».

смертельную опасность для атомов» [4, стр. 313]. Атомистика в XIX в. также широко прибегала к помощи геометрии. По этому поводу Оствальд не без иронии писал: «Чтобы создать картину, соответствующую разнообразию химических свойств, на помощь должна была прийти вся геометрия и все богатство форм, хранившееся в недрах строительного искусства» [4, стр. 316]. «Атом, — писал Оствальд, — издавна представлял собой лишь весьма несовершенное изображение действительности» [4, стр. 317]. В этом отношении Оствальд был прав. Современная наука, далеко продвинувшаяся вперед в познании сложного атомного мира, показала, как далеки были от действительности представления ученых XIX и начала XX вв. о природе и структуре атома. Но только глубокое убеждение и вера в реальное существование атома (а не их отрицание) вели физиков и химиков к вершинам современной теории строения атома.

Критика энергетизма

Отношение к энергетизму ведущих химиков и физиков конца XIX и начала XX столетий

Выступая как активный пропагандист энергетизма, Оствальд непрерывно «скрещивал шпагу» со своими оппонентами, среди которых были виднейшие представители физики и химии.

Вокруг этого направления возникла ожесточенная борьба после доклада Оствальда «Несостоятельность научного материализма и его преодоление» на съезде естествоиспытателей в Любеке (1895).

Точка зрения Оствальда вызвала уже на самом съезде со стороны естествоиспытателей серьезную оппозицию, но это было лишь началом борьбы между двумя направлениями в науке, затянувшейся на несколько лет.

Организаторы съезда, среди которых были друзья Оствальда, ознакомившись с его идеями, советовали ему отказаться от «энергетической амбиции». Председатель съезда немецкий химик И. Вислиценус, считая идеи Оствальда не только ошибочными, но и глубоко вредными, назначил его доклад на конец съезда. О реакции на этот доклад можно судить по прессе тех дней, выдвигавшей на первый план название доклада: «Несостоятельность научного материализма и его преодоление». Этот доклад на первых порах широко приветствовался довольно широким кругом людей — от церковных ортодоксов до представителей гуманитарных наук, усмотревших в нем серьезный симптом поворота науки в сторону спиритуализма.

В. Оствальд писал, что, судя по реакции газет, ему надо было опасаться присуждения «почетного» звания доктора теологии.

Энергетическая концепция Оствальда и его антиатомистические взгляды встретили почти единодушную оппозицию в среде физико-химиков, в первую очередь со стороны его ближайших друзей — Вант-Гоффа, Аррениуса, Нернста и др.

Много лет спустя Оствальд писал о напрасной проповеди своего учения среди соратников по физической химии, которые вначале не откликнулись на энергетизм, а после того как он начал ее энергично пропагандировать, выступили против нее [6, т. II, стр. 162—182].

«Мне, как новообращенному, было крайне желательно приобрести как можно больше сторонников, по их число было незначительно», — признавался Оствальд [6, т. II, стр. 179].

Трезво оценивая ситуацию, сам Оствальд сознавал, что среди естествоиспытателей немного найдется таких, кто не ответил бы, что «он вполне доволен атомами и не чувствует ни малейшей потребности заменить это понятие каким-нибудь другим» [4, стр. 262].

«Атомистическая гипотеза, — отмечал Оствальд, — очень хорошо приравнивалась к постепенным успехам науки, так что кроме закона соединительных весов еще много и других эмпирических законов смогли найти в ней свое наглядное выражение. С другой стороны, надо принять во внимание, что нет почти ни одного химика, который бы не мыслил и не работал в духе этой гипотезы, так что у химиков не только нет никакой склонности вскрывать в ней возможные затруднения и противоречия, но скорее, наоборот, замечается какое-то желание отодвинуть их по возможности на задний план» [23, стр. 7].

Когда Оствальд в разговорах со своими друзьями и коллегами указывал на то, что понятие атома не необходимо для выражения и понимания основных химических фактов, то часто получал такой ответ: факты и теории органической химии ведь не могут же быть представлены без помощи атомистической теории. Сам Оствальд, излагая развитие представлений об изомерии и стереохимии, вынужден был признаться, что он «не задумываясь, пользовался атомистическим и молекулярным способом выражения, так как иного для обсуждаемых здесь явлений не имеется, и поэтому я остался бы непонятым, если бы сделал попытку ввести и применить какой-нибудь иной» [25].

Зная мнение своих коллег — крупных химиков и физиков, которые в печати, в письмах и в устных беседах часто высмеивали энергетизм, а иногда и просто издевались над ним, Оствальд должен был признаться: «Я знаю, господа, что, утверждая это (энергетическое учение. — Авт.), я становлюсь в некотором роде на вулкан» [4, стр. 262].

Сомнения и неуверенность в энергетике у самого Оствальда особенно отчетливо прозвучали в его докладе

«Соединения и элементы», прочитанном в Англии в 1904 г. Оствальд говорил: «Я рад возможности изложить свои мысли прежде всего перед людьми, со стороны которых могу ожидать самой строгой критики их правильности и значения. Если они никуда не годны, то здесь они скорее всего будут осуждены на забвение, прежде чем успеют причинить вред. Если же в них скрывается крупица правды, то здесь она вернее всего будет очищена от негодной и лишней шелухи и скорее всего примет форму, в которой надолго может быть полезной для науки» [23, стр. 8].

Судя по эпистолярному наследию, Вант-Гофф, Аррениус, Нернст и другие близкие друзья Оствальда считали, что «энергетизм» Оствальда — это «заскок», временная болезнь, от которой сам «больной» должен излечиться.

Архивные документы позволяют вскрыть реакцию крупных ученых на выступление Оствальда против атомизма.

Уже в 1895 г. на съезде естествоиспытателей в Любеке разгорелась острая дискуссия между сторонниками атомизма (Больцман, Планк, Нернст и др.) и сторонниками «энергетизма» (Оствальд, Гельм и др.)*. Интересные сведения об этих дебатах мы находим в письмах С. Аррениуса к Г. Тамману, В. Нернсту, В. Оствальду. Так, в письме к Г. Тамману от 1 октября 1895 г. Аррениус писал:

«12-го сентября я и Бредиг поехали в Любек, где Абегг и Нернст поселились вместе со мной и Бредигом. Я очень доволен впечатлениями о поездке. Там я встретил Оствальда, Больдемана, Видемана, Бекмана и других, с которыми мы о многом переговорили. Об официальных разговорах ты, конечно, знаешь из газет; но неофициальные, пожалуй, важнее. Я хочу упомянуть о том, что при дебатах об энергетике Оствальд и Гельм во всяком случае были

* Во Франции речь Оствальда была раскритикована физиком А. Корню в 1895 г., который считал, что успех кинетических теорий должен объясняться глубокими причинами. «Ни одна идея древности,— говорил он,— не имела более блестящей и подобной судьбы. Приходится допустить, что основатели атомистического учения с самого начала либо нашли ключ к истинному объяснению природных явлений, либо попали на концепцию, которая неизбежно навязывается человеческому уму» [8, стр. 173].

значительно слабее своих противников. Больцман блестяще защищал дело кинетиков; Нернст, Видеман и др. от времени до времени вносили кое-что от себя. Оствальд был в конце дискуссии совсем обессилен, а Гельм говорил о том, что его заманили в засаду, и потом уже больше не высказывался...» [26].

Автор теории электролитической диссоциации С. Аррениус был убежденным сторонником атомно-молекулярной теории. Поэтому он более чем скептически относился к энергетическому учению Оствальда.

Еще до упомянутой дискуссии С. Аррениус в 1892 г. писал Оствальду: «При помощи бескровных термодинамических функций крайне трудно двигаться вперед. Мне кажется также, что физикам всегда будут необходимы материальные механические представления... Энергетика никуда не годится для экспериментальных работ, она имеет очень мало отношения к физической химии» [26].

«Я полагаю, — говорил Аррениус в 1904 г., — что следующие слова, которые Гельмгольц сказал в 1881 г. в своей фарадеевской лекции, остаются в силе и до сего времени: «До сих пор у нас нет в распоряжении другой, более развитой теории, обнимающей все данные в области химии столь просто и столь последовательно, как атомистическая теория в том виде, в каком она развилась под влиянием современной химии» [27].

Интересно отметить, что ученые, которые больше всего сделали для развития термодинамики вообще и для приложения ее к решению химических проблем, не разделяли позиции Оствальда и считали, что возможности термодинамики ограничены, что она имеет определенные границы применимости, выход за которые может иметь только отрицательные последствия для науки*.

Так, Вант-Гофф, которого по праву можно считать одним из крупнейших творцов химической термодинамики, в годы наибольшего успеха энергетического учения Оствальда писал: «Я вполне признаю огромное значение, которое имеет энергетика, т. е. применение термодинамики

* Как справедливо в свое время отмечал Д. А. Гольдгаммер: «Любопытнее всего то, что термодинамика дала больше всего результатов в руках тех, кто не был энергетиком в собственном смысле этого слова и кто вовсе не отказывался от молекулярных представлений, — в руках Гельмгольца, Гиббса, Планка и др.» [28].

к химическим проблемам; однако я не допускаю, чтобы энергетика в настоящее время подвинулась вперед, чтобы совершенно устранить атомистическую точку зрения. Я уверен, что центр тяжести лежит все-таки в атомистике. Может быть, в будущем это и изменится. Если же опыты Рамзая подтвердятся и атом радия, в конце концов, распадается, если неизменяемость атома окажется неправильным предположением, — все-таки атомы останутся центрами, в которых энергия имеет свой максимум или минимум и с этими центрами придется считаться в будущем, при установлении различных химических воззрений» [29].

Я. Вант-Гофф указывал, что одним из основных путей развития химии является раскрытие связей между свойствами соединений и формулой их строения и что для известного числа свойств соединений эта задача уже решена и для них эта «связь» с химической формулой установлена настолько прочно, что их можно дедуцировать из этой формулы, как необходимое следствие из признанных в науке атомистических и молекулярных воззрений [30].

Таким образом, не термодинамика, а атомистика, по мнению Вант-Гоффа, составляет «центр тяжести» химической науки, образует ее наиболее глубокое основание.

Сведение всех физико-химических исследований к термодинамике, отказ от «исследования сущности вещества» отсекает путь к новым исследованиям, тормозит развитие науки — указывал Ван-дер-Ваальс.

По поводу речи Оствальда в Любеке Нернст в свойственной ему иногда резкой форме писал Аррениусу: «Как тебе нравится, что Оствальд пичкает нас, бедных читателей *Zeitschrift*'а своей любекской стряпней?» [26, письмо от 30 декабря 1895 г.].

В. Нернста сильно раздражали выступления Оствальда о том, что гипотезы об атомах и молекулах можно отбросить, как «костыли», в которых не нуждается зрелая наука конца XIX в. Напротив, по мнению Нернста, наука вообще и в частности химия и физика конца XIX в. нуждались как никогда в атомно-молекулярной теории. Вся научная деятельность самого Нернста собственно и была посвящена развитию этой теории, точнее теории ионного состояния материи.

По-видимому, не без желания противопоставить учебникам Оствальда свой учебник, построенный на основе атомно-молекулярного учения, В. Нернст в 1891—1893 гг.

подготовил руководство «Теоретическая химия с точки зрения закона Авогадро и термодинамики», которое впоследствии выдержало 15 изданий. В предисловии к первому изданию (1893) Нернст писал: «Для теоретической обработки химических процессов... главнейшими основаниями являются прежде всего правило Авогадро, кажущееся мне почти неистощимым рогом изобилия, дарованным нам молекулярною теориею».

В те годы, когда Оствальд активно выступал против атомно-молекулярного учения, Нернст уверенно заявлял (1893), что «молекулярная гипотеза представляет такое вспомогательное средство во всякой отрасли естествознания и в особенности в химии, могущественнее и разностороннее которого теоретическим умозрением нигде еще ничего не было внесено. Поэтому-то и в дальнейшем изложении теоретической химии воззрения молекулярной гипотезы заслуживают совершенно особого внимания» [31].

Наиболее систематическую критику взглядов Оствальда, затрагивающую все аспекты энергетического учения, мы находим у Л. Больцмана. В своих классических работах по кинетической теории газов и статистическому истолкованию второго начала термодинамики Больцман не только примирил второе начало термодинамики с атомистикой, но и объяснил основную идею второго начала при помощи атомистики. Больцманом был осуществлен синтез термодинамики с атомистикой, создана статистическая термодинамика, в которой было снято противоречие между подчинениями отдельных частиц уравнениям механики и необратимостью макроскопических процессов.

В 1896 г. появилась большая статья Больцмана, в которой он подверг аргументированной критике энергетизм Оствальда и, в частности, положения, высказанные им в докладе в Любеке*.

В. Оствальд, по мнению Больцмана, «оперирует преимущественно аналогиями и общими рассуждениями, ка-

* В 1896 г. в «Журнале Русского физико-химического общества» появился реферат упомянутого доклада Оствальда со следующим примечанием редакции: «Редакция позволяет обратить внимание читателей на статью Больцмана (Wied. Ann., 1896, Bd. 57, S. 35), в которой содержится обстоятельная критика энергетического учения Оствальда. Вряд ли такое учение может принести пользу для развития науки» [32].

баться которых здесь бесцельно, так как сколь бы они ни были блестящи, они ничего не доказывают и не опровергают. Но все-таки кое-чему выдающееся красноречие придало некоторое подобие строгой логичности» [17, стр. 85].

Необходимость острой критики энергетизма Больцман мотивирует еще и тем, что последний имеет притягательную силу для молодых людей, не владеющих способностью математической критики, необходимой для успешной деятельности в области теоретической физики, тем, что «обещает в изобилии плоды без всяких трудов».

Л. Больцман подверг критике «выходы» энергетизма в механику и учение о теплоте. Он указывал, что Оствальд в нескольких случаях касался вывода основных уравнений механики из принципов энергетике. Однако нигде «последовательного вывода он не дал, а ограничился намеками на него» [17, стр. 64—65].

Л. Больцман показал те противоречия, из которых не может выбраться Оствальд при интерпретации кинетической энергии ($\frac{1}{2} mv^2$). «Допустим,— говорил Больцман,— что положение Оствальда о том, что энергия является субстанцией, а потому не нуждается в носителе, будет распространено на кинетическую энергию, которая является с этой точки зрения первоначальной данностью, далее не определенной, что в различных частях пространства ее величина неодинакова, и что массы суть лишь числовые факторы, приписываемые нами к различным местам пространства в целях описания законов изменения кинетической энергии. В этом случае значение числового фактора можно определить через понятие кинетической энергии, но тогда непозволительно исходное понятие — кинетическую энергию — определять как половину произведения этого числового фактора (массы) на квадрат скорости, с которой это значение перемещается от точки к точке пространства. Тут, заключает Больцман, налицо логическое противоречие. «Я не могу себе представить,— писал Больцман, как можно построить механику с помощью гипотезы о том, что кинетическая энергия движения задается, а сам объект (то что движется) является производным понятием» [17].

Л. Больцман не без иронии говорил, что он более требователен к принципам энергетике, чем сами энергетике. Так, известно, что они отвергали употребление гипотез, как «безосновательное ограничение свободы нашей мысли», но при этом молчаливо допускали гипотезу, что тела состоят

из материальных точек. Если энергетика, писал Больцман, была почти совершенно бесплодной в области чистой механики, то в области термодинамики она дала много «форм выражения». Исследуя эти «формы выражения», Больцман показал их ошибочность.

Новшеством, указывал Больцман, введенным энергетикой, являлось, прежде всего, разложение всей суммы какого-либо вида энергии данного тела, например, теплоты, на два фактора. «Неопределенность оснований соответствующих исследований и связанная с нею неопределенность последующих рассуждений затрудняют в высшей степени их опровержение», — писал он [17, стр. 70]. Далее Больцман показал, что Оствальд разлагал энергию газа, которая, как показывает опыт, пропорциональна абсолютной температуре T , т. е. имеющую простое значение γt , на две части: объемную энергию и тепловую энергию, что не вытекает из природы процессов. В формулах и преобразованиях Оствальда в связи с разделением энергии газа на объемную и тепловую энергию фигурирует член « S », но «из его указаний нельзя понять, является ли « S » энтропией, понимаемой в известном обыкновенном смысле или же совершенно новой, введенной Оствальдом функцией».

Далее Больцман показал, что Оствальд из совершенно произвольного допущения равенства $SdT = Cdi$ (где C — емкость, а i — интенсивность) для случая, когда энергия какой-либо системы находится в равновесии с другой, выводит отношение $\frac{dQ}{Q} = \frac{dT}{T}$, а из него он видит возможность «каким-то волшебным образом вывести известное уравнение» — уравнение Клапейрона — Клаузиуса.

В этой связи Больцман писал, что «конечно, дело не в том, что из посылок Оствальда может быть выведено нечто, действительно имеющее форму этого уравнения. Такое применение принципа аналогии убило бы всякое точное мышление.

Мы можем только спросить, дал ли он точные правила, из которых с необходимостью вытекает данное уравнение» [17, стр. 73].

Мы приводим лишь небольшую часть замечаний Больцмана в отношении экскурсов Оствальда в область термодинамики.

Термодинамические работы Оствальда, как это убедительно показано Больцманом и Планком, далеки от строго-

го логически безукоризненного вывода уравнений, содержат произвольные допущения, из которых в ряде случаев путем применения принципа аналогии делаются ошибочные заключения.

Пафосом критики Оствальда у Больцмана была последовательная защита атомизма как магистрального пути развития науки, как формы мышления, наиболее обогатившей науку за время ее истории, возможности которой далеко не исчерпаны.

Критика Больцманом энергетизма охватывала его гносеологический и методологический аспекты.

В частности, Больцман усматривал сходство между позицией своих противников и идеализмом Беркли.

Л. Больцман в отношении последователей новой гносеологической догмы писал: «Недоверие к представлениям, которые мы можем лишь вывести из прямых чувственных восприятий, привело к крайности, прямо обратной прежней наивной вере. Говорят: нам даны только чувственные восприятия, дальше мы не вправе делать ни шагу. Но если бы эти люди были последовательны, то они должны были бы поставить дальнейший вопрос: даны ли нам наши собственные вчерашние чувственные восприятия? Непосредственно дано нам только одно чувственное восприятие или только одна мысль, — именно та, которую мы мыслим в данный момент. Значит, если быть последовательным, то надо отрицать не только существование других людей кроме моего собственного Я, но и существование всех представлений в прошлом». Якобы «новую», «феноменологическую» точку зрения Маха и К⁰ этот физик (Больцман. — *Авт.*), — писал В. И. Ленин, — вполне заслуженно третирует, как старую нелепость философского субъективного идеализма»*.

Л. Больцман отвергал основной методологический принцип своих оппонентов — свести научное исследование на непосредственное описание явлений и фактов, что с его точки зрения невозможно, так как результатом является мысленный образ предмета исследования. «Нельзя поэтому говорить вместе с г. Оствальдом: ты не должен представить себе никаких образов. Можно сказать только: ты должен вносить в них возможно меньше произвольного», — замечал он [17, стр. 94]. Таким образом, задачей научного ис-

* В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 95—96.

следования является получение мысленного образа, адекватного предмету исследования.

Больцман писал, что «тот, кто думает избавиться от атомистики при помощи дифференциальных уравнений, не видит за деревьями леса» [17, стр. 95]. В пользу этого тезиса Больцман выдвигал ряд аргументов. Больцман показал, что эвристическое значение атомистики гораздо больше, чем феноменологии (т. е. в данном случае энергетике). Это объясняется тем, что атомистика дает единую и совершенно точную картину всех механических явлений, тогда как феноменология для изложения различных разделов механики нуждается в отдельных, мало связанных между собой образах. Кроме того, имеется ряд областей совершенно недоступных для феноменологии, в которых значительные результаты достигнуты благодаря атомистике, подошедшей к ним «с определенным предвзятым мнением». Такой областью являются турбулентные явления в газах, для которых кинетическая теория газов в состоянии предсказать течение всех механических и термических процессов.

Мощь атомистики — в ее огромной предсказательной силе, неизмеримо превосходящей возможности феноменологии.

«Все наблюдения единогласно доказывают, что существуют тела таких ничтожных размеров, что только сцепляясь миллионами, они могут возбуждать наши органы чувств, — писал Больцман. — Мы называем их атомами и молекулами... Может быть, атомистическая гипотеза будет вытеснена какой-либо другой гипотезой. Может быть, но невероятно... Кроме многих фактов в химии, именно благодаря атомистической гипотезе удалось заранее вычислить зависимость постоянной трения газа от температуры, вычислить абсолютное и относительное значение постоянной диффузии и теплопроводности. Эти предсказания мы, конечно, можем поставить наравне с открытием, на основании вычислений, планеты Нептуна, сделанным Леверье, и с предсказанием конической рефракции Гамильтоном» [17, стр. 40—41].

Л. Больцман упрекал Оствальда в нетерпимом отношении к другим точкам зрения, в том, что он вместо призыва организовать соревнование разных взглядов настаивал на том, что «нужно совершенно отбросить воззрения современной теоретической физики и заменить их воззрениями энергетики».

Л. Больцман, заключая статью «Математика об энергетике», указывал, что «дальнейшее развитие энергетизма в его настоящей форме было бы роковым для точного понимания природы. Так, например, общая часть большого учебника химии (Оствальда) содержит в себе, благодаря господству энергетического образа выражений, многочисленные места, которые должны только запутывать учащихся» [17, стр. 91]. Говоря о необходимости развития такого направления физики, против которого ополчились сторонники энергетизма, Больцман подчеркивал, что «никто не далек более, чем представители современной теоретической физики, от утверждения, будто бы доказано, что формы мышления, разработанные в этой физике, окажутся навеки самыми подходящими. Никто не может быть более далек от стремления мешать попыткам образования новых форм мышления или заранее объявить их ошибочными, чем эти физики. Но новые формы не имеют права вступать в полемику с испытанными уже формами мышления и даже считать их весьма мало отличающимися от бессмыслицы, прежде чем они сами не добились действительных успехов» [17, стр. 91—92].

Приветствуя появление электронной теории, Больцман писал: «Не от энергетики, не от феноменологии пришел луч надежды немеханического объяснения природы, но от атомистической теории. Нечего говорить, что я имею в виду современную электронную теорию».

Таким образом, Больцман считал, что преодоление односторонностей механической точки зрения придет не со стороны энергетизма, а в результате дальнейшего прогресса атомистики, новой ступенью в развитии которой была электронная теория.

Выступления Больцмана против Оствальда произвели большое впечатление на ученых *. С. Аррениус, ознакомившись с ними, писал Г. Тамману: «С энергетикой ему (Оствальду.— Авт.) не особенно повезло, Больцман разрушил ему всю систему» [26].

* О том, что выступления Больцмана в защиту атомизма и его лекции по натурфилософии пользовались большим успехом, говорят многие факты. Так, в 1903 г. русский физико-химик П. Д. Хрущов писал из-за границы Н. А. Умову: «...я прослушал блестящую лекцию Больцмана из курса натурфилософии, который он читал при битком набитой аудитории. На лекции было не менее 350 человек, несмотря на то, что это была уже вторая его лекция...» [33].

16 февраля 1896 г. С. Аррениус писал В. Оствальду: «Я с большим интересом прочел статьи Планка и Больцмана по энергетике. Выступление Планка меня очень удивило; я, как и большинство, думал, что он симпатизирует развитию энергетике. Будешь ли ты, или кто-нибудь другой отвечать на статью Больцмана?» [26].

В письме к Г. Тамману от 28 апреля 1896 г. Аррениус писал: «что касается спора об энергетике, то нет ничего удивительного, что Оствальд не отвечает... самое трудное то, что вряд ли можно как-либо ответить на больцмановское нападение...» [26].

Но далеко не для всех это было очевидным фактом. Даже у самого Больцмана иногда «сдавали нервы», когда ему казалось, что только он один выступает против «полчищ» энергетиков. Это одиночество особенно им остро чувствовалось в Венском университете, где авторитет Маха был достаточно высок.

Серьезность атаки, предпринятой Оствальдом против кинетической молекулярной теории, можно почувствовать по тону предисловия, написанного Больцманом в 1898 г. ко второму тому его «Теории газов»: «Когда первая часть этой книги была напечатана, я уже полностью закончил рукопись настоящей, второй и последней части, в которой наиболее трудные разделы не обсуждались. Как раз в это время (1896) умножились нападки на кинетическую теорию. Теперь я убежден, что эти нападки целиком основывались на неправильном представлении и что кинетическая теория далеко не сыграла своей роли в науке... По моему мнению, наука много потеряла бы, если бы кинетическая теория была предана временному забвению, в силу того, что в данное время преобладает к ней враждебное отношение, как, например, в свое время была предана забвению волновая теория благодаря авторитету Ньютона*. Я сознаю, насколько бессильной является личность против течения времени. Но все в моих силах содействовать тому, чтобы когда кинетическая теория будет еще раз возрождена, не было бы слишком много

* Данная оценка ситуации в науке конца XIX в., как мы уже отмечали, конечно, является неверной, так как значительно преувеличивает успехи энергетизма и его влияние на умы ученых. Скорее всего эти слова имеют психологические корни, а не представляют результат хладнокровного анализа соотношения сил между энергетиками и их противниками.

того, что будет как бы заново открываться; с этой целью я изложил в этом томе самые трудные разделы кинетической теории, а именно те, которые наиболее подвержены неправильному толкованию, и я постараюсь дать, по возможности, доступное изложение их, по крайней мере, в общих чертах» [34].

Большую роль в борьбе с энергетизмом сыграл М. Планк, но его позиция в полемике с Оствальдом была отличной от позиции Больцмана*. Больцман критиковал Оствальда с позиций атомистики, кинетической теории материи, тогда как полемика между Планком и Оствальдом шла в рамках термодинамики. Планк в своих статьях и письмах к Оствальду показал, что последний неверно интерпретировал ряд термодинамических функций и уравнений, а также второе начало.

В своей «Научной автобиографии» Планк писал, что в борьбе между атомистами и энергетиками противостояли друг другу главным образом Больцман и Оствальд, а он играл лишь роль секунданта Больцмана.

Дальше Планк указывал, что Больцману было неприятно то, что «к атомистической теории, которая составляла основу его исследовательской работы, я относился не только равнодушно, но даже несколько отрицательно. Причина этого заключалась в том, что принципу возрастания энтропии, как и принципу сохранения энергии, я приписывал тогда применимость ко всем без исключения случаям, в то время как, по Больцману, первый из указанных принципов являлся только вероятностным законом» [36].

Переписка между М. Планком и Оствальдом началась в 1890 г. и первое время затрагивала лишь проблемы теории электролитической диссоциации, а с 1891 г. в ней велись главным образом дискуссии относительно книги Оствальда «Учение об энергетике», относительно вступительной главы к тому II «Учебника общей химии» (2 изд.) и

* «Мы не должны, — писал Эйнштейн, — пропустить появившуюся в 1896 г. полемическую работу «Против новой энергетике» (М. Планка. — *Авт.*), ибо она несомненно оказала на работающих в этой области значительное влияние. Она представляет собой мастерски написанную краткую заметку, в которой показано, что энергетика как эвристический метод ничего не стоит и даже что она оперирует несостоятельными понятиями. Для каждого сторонника подлинного научного мышления чтение этой свежо написанной заметки является вознаграждением за эту досаду, которую он испытывал, читая те работы, против которой в ней ведется борьба» [35, стр. 84].

относительно книги М. Планка «Лекции по термодинамике» (1897) [37].

Переписка временно заканчивается в 1896 г., после заявления Планка, что он выступит против новой энергетики (письмо от 27 декабря 1895 г.) и возобновляется в 1898 г. с обсуждением проблемы необратимости, и вновь взгляды ученых расходятся в существенных пунктах, особенно в вопросе о целесообразности разделения процессов на обратимые и необратимые.

В письме от 20 марта 1892 г. Планк писал, что Ладенбург прислал ему набросок статьи, в которой он, исходя из соображений о размерности, выступает против аналогии, выдвинутой Оствальдом, между различными видами энергии. Далее Планк писал, что он не согласен с тем, что Оствальд считает возможным любую энергию разложить на два множителя. Это можно сделать для тех видов энергии, которые полностью могут быть преобразованы в работу и, конечно, стоит поставить вопрос, не является ли это свойство присущим всем видам энергии. «Однако мне представляется совершенно ясным,— писал Планк,— что это не имеет места. Наличие аналогии требовало бы, чтобы общая тепловая энергия выражалась в виде произведения. Вместо этого мы имеем уравнение $dQ = TdS$. Помимо того, что оно является лишь дифференциальным уравнением, которое совершенно не действительно для конечных величин, dQ также совершенно не является тепловой энергией системы, а только лишь частью таковой, так как другую часть дает внешняя работа (так, например, работа сжатия). Положение о возможности разложения энергии на два множителя потребовало бы: теплота (конечная) = температура \times энтропия (конечная). Это равенство, однако, не имеет места, поэтому аналогия здесь для меня кончается» [37, стр. 42].

К этому вопросу Планк возвращается в своем письме к Оствальду от 25 июня 1893 г., в котором он сообщал о посылке ему небольшой статьи о втором законе термодинамики. Он писал: «Так как я знаю, что в самых существенных пунктах Вы не согласны со мной, я надеюсь разъяснить Вам свою точку зрения». Дальше он говорит, что в этой статье идет речь только о тех величинах, которые хорошо дефинированы и в каждом особом случае могут быть определены измерением, так что всегда возможно решение вопроса о справедливости или ложности сформулированных положений.

«К сожалению, я все еще не могу прийти к такому решению в отношении Вашей теории энергетике. Например, если бы я точно знал, что Вы понимаете под тепловой энергией? Так как энергия является субстанцией (с чем я охотно готов согласиться), то должно быть возможным выразить количество тепловой энергии, содержащейся в какой-либо определенной системе, через определенное число. Вы же всегда говорите о дифференциале dQ , следовательно, о переменной величине. Если же взять сумму $\int dQ$, то эта величина вообще не имеет определенного значения, так как общая теплота, поглощаемая телом, когда оно приводится в определенное состояние, зависит от пути перевода» [37, стр. 45].

М. Планк отмечал, что в соответствующих работах Оствальда он «не обнаружил нигде законов, которые могли быть подвергнуты проверке, а всегда лишь дефиниции, но отнюдь не четкие». Проблеме интерпретации тепловой энергии посвящено также письмо Планка к Оствальду от 27 апреля 1892 г., в котором вначале он благодарит Оствальда за присланный труд Гиббса, «значение которого для меня после повторного чтения еще больше возросло» [37, стр. 42]. Планк полемизирует с оствальдовской интерпретацией уравнений Гиббса и предлагаемым им выводом из этих уравнений закона равновесия*. Планк показал, что оствальдовская трактовка уравнений Гиббса ошибочна.

Второй вопрос, по которому Планк полемизирует с Оствальдом в этом письме — это вопрос об энергии объема. Оствальд при рассмотрении энергии объема придавал этой величине различные значения в зависимости от того, является ли давление постоянным или переменным. Таким образом, по Оствальду, энергия объема не определяется только мгновенным состоянием системы, но сверх того зависит еще от изменения этого состояния. Но тем самым, по мнению Планка, вообще упраздняется существование энергии объема, ибо энергия является величиной, зависящей только от мгновенного состояния системы, а не от ее истории. На этом свойстве энергии описывается все ее зна-

* В автобиографии [6, т. II, стр. 174] Оствальд говорит, как он был поражен тем, что большинство гиббсовских уравнений были выражением различных форм энергии и каждый член уравнения представлял произведение двух множителей: фактора интенсивности и фактора экстенсивности (емкости).

чение; без него закон сохранения энергии также становится иллюзорным.

Если хотят говорить об объемной энергии, то ее характеристикой является произведение PV , но не интеграл $\int PdV$, который не выражает определенной функции. Планк подчеркивал, что необходимо различать величины, которые являются функцией состояния системы (энергия, энтропия и т. п.) и те, которые зависят от истории системы (внешняя работа, теплота реакции), что является признанным в учении о теплоте еще со времен Клаузиуса.

М. Планк указывал, что в случае идеального газа энергия вообще не зависит от объема, а зависит только от температуры. Если идеальный газ расширяется без совершения внешней работы, то объем его увеличивается, но энергия не меняется, хотя, по Оствальду, энергия должна была бы уменьшаться в соответствии с уменьшением давления.

Еще одно разногласие между Планком и Оствальдом было связано с вопросом об аналогии между переходом тепла от тела с более высокой температурой к телу с более низкой и опусканием тела с большей высоты до меньшей. Из этого следовало, что предположение о необратимости не является существенным для доказательства второго начала; далее опровергалось существование абсолютного нуля температуры ссылкой на то, что можно измерять только разности температур, так же как и разности высот. Оствальд в этом вопросе продолжил «линию» С. Карно, выдвинувшего эту аналогию, тогда как Планк развил и углубил идеи Клаузиуса, представившего теплоте исключительное место среди других видов энергии в связи с введением понятия необратимости, отражающего его специфику. Планк утверждал, что этот спор был решен успехами атомистики. «Согласно идеям атомистики, переход теплоты от более теплого к более холодному телу подобен не падению тела, а скорее процессу смешения, состоящему в том, что находящиеся в сосуде два различных сорта порошка, которые вначале лежали слоями друг над другом, при последующем встряхивании сосуда смешиваются.

Когда это происходит, то состояние порошка не колеблется между состоянием совершенного смешения и полной изоляции; изменение происходит сразу в определенном направлении, и именно в направлении полного смешения и приходит к концу вследствие необратимости процесса» [37, стр. 51].

В статье «Динамическая и статистическая закономерность» (1914) Планк отмечал, что имеется аналогия между переходом жидкости с высокого уровня на более низкий и переходом теплоты от тела с более высокой температурой к менее высокой, что позволило «энергетикам», стремящимся «к весьма высоким целям, но склонным к слишком скорым обобщениям, объявить эту аналогию проявлением общего великого «принципа бытия», который стремится свести всякое изменение в природе к обмену энергией и рассматривает различные формы энергии как совершенно независимые и равнозначные рядом друг с другом... В действительности эта аналогия между обоими описанными явлениями чисто поверхностная, а законы, по которым они происходят, разделены глубокой пропастью. Как можно с уверенностью утверждать на основании совокупности всех известных факторов, первое явление управляется динамическим, второе — статистическим законом. Другими словами: то, что жидкость опускается с высокого уровня до низшего — необходимо, то, что теплота переходит от высшей температуры к низшей — это только вероятно» [36, стр. 104]*.

В России, где были сильны материалистические традиции, среди крупных ученых — естествоиспытателей энергетизм встретил резко отрицательное отношение. Д. И. Менделеев, А. Г. Столетов, Н. Н. Бекетов, Д. П. Коновалов, Н. А. Умов, И. А. Каблуков, Н. С. Курнаков и др. отстаивали атомно-молекулярное учение и выступали против энергетизма [38].

Еще до возникновения энергетизма А. М. Бутлеров, выступая против мнения о том, что атомы и молекулы — это только «орудия мышления», символы, реально не существующие, заявлял, что понятия об атомах и молекулах со всеми их отношениями «вовсе не будут отвлечен-

* Наряду с критикой северных позиций Оствальда по многим вопросам термодинамики Планк в 1920 г. в своей лекции «Возникновение и постепенное развитие теории квант» указал, что заслугой Оствальда является то, что он предложил вести вычисления «не с калориметрическими числами, которые дают разности энергии, а с самими энергиями. Добавочная постоянная, оставшаяся тогда еще неопределенной в выражении энергии, была позже окончательно определена теоремой теории относительности о пропорциональности между энергией и инерцией» [36, стр. 143].

ностями без реальной подкладки. Напротив, мы смело можем утверждать, — говорил он, — что они сохраняют известное отношение к тому, что действительно существует в объективном мире и познается нами обычным путем наблюдения, опыта и мышления» [39].

В год (1892), когда энергетизм уже вышел на научную сцену, активно противопоставляя себя атомизму, Менделеев писал: «Если отнять от современной химии атомические представления о сложении вещества, то не будет никакого понимания множества твердо установленных сведений и наступит грубейший эмпиризм» [40].

Позднее Менделеев, возвращаясь к этому вопросу, указывал, что «за последние годы явно видна реакция против атомно-молекулярного учения. Есть ученые, которые отрицают вещество, ибо, говорят они, мы знаем только энергию... вещество есть только энергия. Такое, на мой взгляд, чисто схоластическое представление очень напоминает тот абстракт, по которому ничего не существует кроме «я», потому, что все проходит через сознание. Полагать можно, что подобные представления несмотря ни на какую диалектику... удержаться не могут в умах сколько-нибудь здравых» [41].

Критические замечания в адрес энергетизма мы находим у А. Г. Столетова [42], считавшего абсурдными утверждения Оствальда о том, будто бы энергия существует «сама по себе», что она «носится через абсолютную пустоту», «имеет упругость» и т. д.

Энергетизм подвергался критике не только со стороны физиков и химиков, но и биологов. Так, сторонник Оствальда в борьбе с религией известный биолог Э. Геккель писал, что «Оствальд пытался показать, что все явления природы могут быть сведены к деятельности различных форм энергии и что сама материя является продуктом энергии. Но наиболее существенный признак материи — протяженность, или наполнение пространства, не может произойти через действие некоей деятельности энергии, а как носитель этой энергии всегда непрерывно связан с материей. Оба атрибута субстанции не соподчинены, а координированы, поэтому последовательная энергетика так же несостоятельна, как и подобный ей старый «динамизм» Лейбница; она, являясь современным «спиритуализмом», переходит далее в дуалистический спиритуализм» [43].

В статье «Год итогов и поминок» К. А. Тимирязев писал, что в 1903 г., сразу после выхода «Натурфилософии» В. Оствальда, он с ней познакомился и его «особенно возмутила самоуверенная фраза, в которой немецкий химик-философ пророчествует о том времени, когда «атомы будут существовать только в пыли библиотек». Вскоре Тимирязев поехал в Лондон, где познакомился с работами Крукса, Резерфорда и др.

«Когда я пришел в себя,— писал Тимирязев,— от волнения, понятного только ученому, перед блестящим завоеванием человеческого ума, первая мысль, пришедшая мне в голову, была: «Ну, а что скажет гг. Оствальд и К? Куда он упрячет свое пророчество, не пережившее и нескольких недель?» [44].

В 1904 г. П. Ланжевен писал, что «в настоящее время происходит научная революция. Она выводит атомистические идеи из той тени, в которой их оставляют, и сопоставляя с новыми фактами, переводит из области гипотез в область принципов» [45].

По его мысли, атомистические идеи, которые почти с неизбежностью навязываются нам строго экспериментальной индукцией, позволяют установить связи среди огромного множества фактов, создавать в высокой степени общий синтез, предвидеть значительное число явлений.

Мы, конечно, не исчерпали и части критики естествоиспытателей в адрес энергетизма, против которого дружно выступили крупнейшие ученые того времени. Не случайно Оствальд и его сторонники сетовали на «непонимание» их идей естественниками, которое они объясняли приверженностью последних к традиционным формам мышления и ко взглядам в науке, которые себя «изжили», стали «тормозом» для ее прогресса.

Но было бы ошибочно думать, что энергетическое учение не затронуло никого из ученых.

Напротив, «модное» течение энергетизма втянуло в свое русло определенную часть ученых и особенно философов. За 1900—1908 гг. вышло немало книг и брошюр, пропагандирующих основы энергетизма. Почему так произошло? Попробуем в этом разобраться.

Многофункциональный организм науки можно образно представить в виде «трехслойного пирога», основной фундаментальный «слой» которого включает в себя теоретико-экспериментальное содержание работ ведущих лабо-

раторий различных стран. Второй «слой» определяется выходом научных результатов в практику и учебную литературу. В этот «слой» из первого постепенно диффундируют новые наиболее крупные открытия и важные экспериментальные данные и наблюдения. Этот процесс «диффузии» по времени различен как для разных эпох, так и для разных открытий. Но, как правило, требовалось от 5 до 15 лет, чтобы то или иное открытие из научной литературы (обычно из журнальных статей и публикаций) было внедрено в промышленность и технику и перекочевало в учебные пособия. Третий «слой» определяется философской и популярной литературой, призванной философски осмысливать и пропагандировать те или иные научные достижения и выводы. Часто эта литература, предназначенная для широкого круга читателей, не всегда правильно передает ситуацию в науке. Порой она отражает не глубинные процессы в науке, а субъективные точки зрения отдельных ученых и «модные» течения. Следовательно, в зависимости от анализа содержания того или иного «слоя», складывается то или иное впечатление о состоянии науки, об ее актуальных проблемах. Вникнуть современникам в содержание первого «слоя» порой не представляется возможным. Как правило, только спустя некоторое время можно разобраться в потоке научных исследований и понять, где действительно вливалась в науку «новая кровь». Поэтому обычно судят о ситуации в науке по литературе, которая разошлась большим тиражом и осела в библиотеках. Так, читателям* популярных книг А. Пуанкаре (Ценность науки. М., 1906; Наука и гипотеза, СПб., 1906; Наука и метод, СПб., 1910 и др.) и В. Оствальда (Натурфилософия, М., 1904; Насущная потребность, СПб., 1912 и др.) могло показаться весьма убедительным мнение, что атомно-молекулярная теория, как необоснованная теория, уже

* Первые годы XX в. были ознаменованы небывалым интересом широкого круга людей к сенсационным естественно-научным открытиям. Как изменили эти открытия картину мира? Куда идет наука в своем развитии? Эти и другие вопросы волновали любознательного читателя. Не случайно поэтому большим успехом пользовались обобщающие теоретико-познавательные книги. Отсюда понятно, почему упомянутые книги Пуанкаре и Оствальда выходили большим тиражом, имели несколько изданий и были переведены на многие языки.

выброшена на свалку истории, что гипотезы — это «костыли», в которых зрелая наука не нуждается, что не материя, а энергия является основной первичной субстанцией.

Процессу популяризации «нового» направления философской мысли содействовало и то, что его представители обладали высоким даром слова. Определенный писательский талант позволял им легко и свободно, образным языком излагать доктрины «нового» учения. Они написали много книг и статей натурфилософского характера, тогда как «атомисты» только изредка включались в борьбу, когда считали, что энергетика и позитивисты слишком бравурно исполняли реквием атомистической теории.

Итак, из книг энергетиков читатель, особенно если он не был специалистом в области естественных наук, мог вынести впечатление о крахе основных материалистических теорий.

По словам В. И. Ленина, в массу читателей были брошены «насквозь лживые популярные брошюры о теории познания естествознания».

Вопрос о гносеологических выводах из новейших открытий физики взялись освещать профессиональные философы. Поверив на слово А. Пуанкаре, что современная физика — это «руины» старых теорий, что в новейшей физике происходит «всеобщий разгром принципов», они громко и настойчиво в Германии и во Франции, Англии и России стали говорить, что «физика опровергла материализм», что решения гносеологических вопросов надо ждать только от «современного позитивизма». Шум был поднят большой. Праздная профессорская философия сбила с толку многих читателей и бросила некоторых из них, по словам В. И. Ленина, в «объятия пошлой казенной философии». Но разве бы сложилось у читателей такое впечатление, если бы они знали, над чем в то время (1900—1913) работали в «мастерских» науки, где шел напряженный творческий поиск и решались научные задачи, выводы которых находились в прямой противоположности заключениям Маха, Оствальда, Пуанкаре, Дюгема. Если суммировать всю эту работу и дать ей общую характеристику, то можно сказать, что все «атаки» в конечном итоге были направлены на одну крепость — на познание сложного мира атома и молекулы. С 1897 г. (с момента открытия электрона) по 1913 г. из «мастер-

ских» науки вышли такие убедительные доказательства в пользу материалистического учения о материи, реального существования атомов и молекул, что даже самые активные энергетика должны были подписать «акт капитуляции».

Критика В. И. Лениным энергетизма

Глубокий анализ оствальдовского энергетизма, в особенности его философского аспекта, содержится в работе В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм».

В нашей литературе уже подробно рассматривался ленинский анализ причин кризиса в физике, сопровождающих его явлений и путей его преодоления.

Ленин показал, какие философские направления были «вскормлены» трудностями, связанными с перестройкой системы представлений в науке, вскрыл их корни в настоящем и связи со старыми течениями в философии, с борьбой материализма и идеализма.

С большой убедительностью Ленин показал, что новые «измы», пытавшиеся поставить себя над никогда не прекращающейся борьбой между материализмом и идеализмом, фактически являются «старыми песнями на новый лад», представляют по своей сути старые направления в философии, пытающиеся адаптироваться к новой ситуации в науке.

В. И. Ленин прежде всего критиковал Оствальда за то, что он пытался избежать неминуемой философской альтернативы (материализм или идеализм) посредством определенного употребления словом «энергия». Ленин показал, что известный вопрос Оствальда «Разве природа обязана состоять из подлежащего и сказуемого?» — по сути дела означает «мысленное устранение материи как «подлежащего», из «природы», означает молчаливое допущение мысли как «подлежащего» (т. е. как чего-то первичного, исходного, независимого от материи) в философию»*.

В. Оствальд считал, что энергетика снимает коренной вопрос философии — об отношении материи и духа. В

* В. И. Ленин. Полное собр. соч., т. 18, стр. 286.

частности, он утверждал, что энергетика, постулирующая существование психической энергии, устраняет принципиальные препятствия к тому, чтобы проблему взаимной связи между телом и душой отодвинуть в ту же категорию, в которой находится проблема взаимной связи между химической и электрической энергией.

В. И. Ленин раскрывает последовательность Оствальда, особо отмечает те «пункты», где Оствальд скатывается к идеализму. Так, приведя одно место из «Лекции по натурфилософии», где Оствальд утверждает, что изображение всех явлений, как процессов между энергиями, является адекватной потому, что «именно процессы нашего сознания сами являются энергетическими и такое свое свойство передают всем внешним опытам», Ленин пишет, что «это — чистый идеализм: не наша мысль отражает превращение энергии во внешнем мире, а внешний мир отражает «свойство» нашего сознания!»*.

Далее, говоря о том, что естествознание рассматривает превращение энергии как объективный процесс, Ленин отмечал, что «и у самого Оствальда в массе случаев, даже вероятно в *громадном большинстве случаев* (подчеркнуто нами. — Авт.), под энергией разумеется *материальное движение*»**. И это обстоятельство, подчеркивал Ленин, является причиной критики Оствальда «справа», т. е. с позиций идеализма.

Ленин приводил, как пример этой критики, следующие слова А. Богданова: «Враждебная атомизму, но в остальном очень родственная старому материализму энергетика Оствальда, привлекла самые горячие мои симпатии. Скоро я заметил, однако, важное противоречие его натурфилософии: подчеркивая много раз *чисто методологическое* значение понятия: энергия, — он сам его в массе случаев не выдерживает. Энергия из чистого символа соотношений между фактами опыта у него то и дело превращается в *субстанцию* опыта, в материю мира»***. И дальше Богданов отмечал: «Когда энергию представляют, как субстанцию, то это есть не что иное, как старый материализм минус абсолютные атомы, — ма-

* Там же, стр. 287.

** Там же, стр. 288.

*** Там же,

териализм с поправкой в смысле *непрерывности* существующего». Таким образом, оствальдовская энергетика с точки зрения Богданова — старый материализм, но с тем отличием от него, что он «дискретную» картину мира заменяет «континуальной» *. Ленин дальше приводит слова П. Каруса, который критикует Оствальда совершенно по-«богдановски»: «Материализм и энергетика принадлежат безусловно к одной и той же категории» **.

Если известная часть философов (Богданов, Карус) относили энергетизм Оствальда к материализму, то другие считали Оствальда динамистом или союзником динамизма.

В. И. Ленин приводит слова кантианца Г. Когена (1896) о том, что «идеализм пропитывает новую физику», что «атомизм должен был уступить место динамизму» и говорит о том, что «Коген берет *основную* философскую тенденцию той школы в физике, которая связана теперь с именами Маха, Пуанкаре и др., правильно характеризуя эту тенденцию, как *идеалистическую*. «Превращение материи в силу» является здесь для Когена главным завоеванием идеализма» ***.

Ленин приводит характеристику современной физики, данную Э. Гартманом, который выделяет в ней три направления — гилокинетическое, рассматривающее физические явления как движение материи, энергетизм и динамизм (т. е. признание силы без вещества), и указывает, что «энергетику автор рассматривает совершенно справедливо, как промежуточную систему, и называет ее агностицизмом. Конечно она есть «союзник чистого динамизма, ибо устраняет вещество» ****.

Энергетика Оствальда, пишет Ленин, «путаный агностицизм, спотыкающийся кое-где в идеализм» *****.

Таким образом, Ленин показывает всю тщетность усилий Оствальда стать выше борьбы материализма и идеализма, раскрывает непоследовательность энергетизма,

* Если механический материализм, который был предметом критики Оствальда, абсолютизировал дискретный характер природы, то энергетика Оствальда абсолютизировала непрерывность.

** В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 48, стр. 289.

*** Там же, стр. 300.

**** Там же, стр. 303.

***** Там же, стр. 243.

гносеологические колебания Оствальда, которые вызвали критику его как «справа», так и «слева», и связь, которая имела место между возникновением энергетизма и конкретной ситуацией в науке, в первую очередь в физике. «Энергетика Оствальда,— указывает Ленин,— хороший пример того, как быстро становится модной «новая» терминология и как быстро оказывается, что несколько измененный способ выражения ничуть не устраняет основных философских вопросов и основных философских направлений. В терминах «энергетики» так же можно выразить материализм и идеализм (более или менее последовательно, конечно), как и в терминах «опыта» и т. п. Энергетическая физика есть источник новых идеалистических попыток мыслить движение без материи»*.

В. И. Ленин с неослабным вниманием и повышенным интересом следил за выступлениями ученых-естествоиспытателей против энергетического учения и широко использовал выступления таких ученых как Л. Больцман, А. Риккер, А. Корню против натурфилософии Оствальда. К этим ученым-материалистам, на которых ссылался В. И. Ленин, примыкают, как было показано выше, еще многие видные физики и химики, которые самым решительным образом выступили в защиту материалистической теории познания.

В. Оствальд, да и его противники — естествоиспытатели, по-видимому, не знали о выходе в 1908 г. на русском языке книги В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм».

В автобиографии Оствальда, которую он написал во второй половине 20-х годов, мы не находим никакого отклика на «Материализм и эмпириокритицизм». Что это: «фигура умолчания» или результат того, что «книга не попала на глаза», отсутствие информации о ней — остается неизвестным. Надо думать, что вероятнее второе. «Материализм и эмпириокритицизм» за рубежом, в среде естествоиспытателей (да и то узкого круга), стал известным в 30-х годах, когда некоторые круги естествоиспытателей перешли на позиции марксизма (Ланжевен, Бернал и др.).

* Там же, стр. 289—290.

Пересмотр Оствальдом своего отношения к атомистике и судьбы энергетизма

Девяностые годы XIX в. и начало XX в. принесли атомно-молекулярному учению новые успехи, поднявшие его на более высокую ступень развития. Эти успехи были связаны с доказательством атомистической природы электричества, открытием электрона, рентгеновских лучей, радиоактивности, возвестивших наступление новой эпохи в развитии науки.

В 1905 г. Эйнштейн развил теорию броуновского движения, в которой были связаны наблюдаемые величины (например, среднее смещение данной частицы за определенный промежуток времени и др.) с размерами частиц и их числом в рассматриваемой среде.

Исследования Перреном броуновского движения микроскопических частиц, взвешенных в жидкости, дали одно из доказательств «зернистому» строению вещества (1908—1910) и подтвердили все выводы теории броуновского движения, разработанной Эйнштейном. В частности, в результате этих исследований было определено число Авогадро, значение которого к 1909 г. было установлено четырнадцатью различными методами.

А. Эйнштейн отмечал, что его работы по теории броуновского движения, «согласие выводов этой теории с опытом, а также сделанное Планком определение истинной величины молекул из закона излучения (для высоких температур) убедило многочисленных тогда скептиков (Оствальд, Мах) в реальности атомов» * [35, стр. 149].

Статью «Броуновское движение и действительность молекул» (1909) Перрен закончил следующими словами:

«Я считаю невозможным, что на ум, освобожденный от предвзятости, крайнее разнообразие явлений,

* А. Эйнштейн связывал отрицательное отношение Оствальда и Маха к атомной теории с позитивистской философией, на позициях которой они находились. «Предубеждения этих ученых (Оствальд, Мах) против атомной теории можно несомненно отнести за счет их позитивистской философской установки. Это — интересный пример того, как философские предубеждения мешают правильной интерпретации фактов даже ученым со «смелым мышлением» и «тонкой интуицией».

приводящих к одному результату, не произвело впечатления, и я думаю, что отныне трудно было бы разумными доводами отстаивать старания, враждебные молекулярным гипотезам, которые всех склоняют в свою пользу и которым будет дано столько же веры, сколько и принципам энергетики» [46].

А. Пуанкаре также должен был признать, что «старые механические и атомистические гипотезы в последнее время приобрели такую прочность, что почти перестают казаться гипотезами; атомы более уже не являются удобными фикциями... Атом химика сейчас реальность» [47].

Подобное суждение было высказано Ван-дер-Ваальсом в 1911 г. [48].

В результате всех этих открытий Оствальд должен был публично признать, что новейшие исследования дали весьма убедительные доказательства в пользу существования атомов.

«...Я убедился,— писал Оствальд в 1908 г.,— что в недавнее время нами получены экспериментальные подтверждения прерывного, или зернистого характера веществ, которые тщетно отыскивала атомистическая гипотеза в течение столетий и тысячелетий. Изолирование и подсчет числа ионов в газах..., а также совпадение законов броуновского движения с требованиями кинетической теории... дают теперь самому осторожному ученому право говорить об экспериментальном подтверждении атомистической теории вещества... Тем самым атомистическая гипотеза поднята на уровень научно обоснованной теории» [49, стр. VII].

28 ноября 1908 г. Вант-Гофф записал в своем дневнике: «Оствальд посетил меня. Он обращен и признает молекулу» [50].

Так бесславно закончился поход Оствальда-энергетика против Оствальда-атомиста, ученого, под руководством которого выполнялись выдающиеся исследования в области кинетики и катализа. Следует обратить внимание на весьма любопытное обстоятельство: в период создания энергетики, когда Оствальд руководил Лейпцигским физико-химическим институтом и интенсивно вел экспериментальные исследования, ни одна экспериментальная проблема не решалась им в ключе энергетики.

В 1910 г. в книге «История электрохимии» Оствальд вводит заключительную главу, посвященную электрону. Здесь он приходит к выводу, что «необходимо распространить учение об электронах на всю совокупность химических соединений», и далее отмечает, что последние открытия в физике и химии дали «материал для построения новой теории мира — теории электродинамической» [51].

По поводу открытия Дж. Томсоном электрона (1897) Оствальд писал: «С Томсоном случилось то же, что с Саулом. Отправившись в поиски осла своего отца, — старого круглого атома, он нашел вместо того царство — электрон... Со старой прекрасной простотой было покончено навсегда» [4, стр. 316]. В. Оствальд придавал также большое значение открытию явления радиоактивности. В 1912 г. Оствальд писал: «От новой и необыкновенно высокой стадии концентрированной энергии, какая имеется в радиоактивных веществах, следует ожидать новых и необыкновенных результатов».

В те годы, когда Оствальд стоял на позициях антиатомизма, он во всех своих учебниках по химии подчеркивал, что одним из основных законов мира является закон сохранения элементов, устанавливающий принципиальную невозможность превращения их друг в друга. Под влиянием открытия радиоактивности Оствальд эту точку зрения пересмотрел.

Новейшие успехи в пограничных областях физики и химии, в частности открытие радиоактивных элементов, по словам Оствальда, поколебало в химии считавшийся неизблемым закон сохранения элементов.

«Уже сто слишком лет тому назад, — указывал Оствальд, — астрономы стали рассматривать различные небесные тела, как представителей различных ступеней развития изменчивых образований; поэтому они уже давно, на основании данных спектрального анализа, обсуждали ту возможность, что и химические элементы могут быть подвержены космическому превращению и развитию» [4, стр. 327, 328].

Резюмируя свою позицию по этому вопросу, Оствальд указывал, что «будет более соответствовать сущность вещей, если мы будем понимать всю совокупность явлений природы в том смысле, что ни одному из известных законов мы не можем приписывать абсолютного характера и значения» [4, стр. 328].

Признание Оствальдом «зернистого» строения вещества тем не менее не сопровождалось тотальным пересмотром всех аспектов его позиции по вопросам атомистики.

В частности, Оствальд после признания победы атомизма не сделал всех вытекающих из этого выводов и не перестроил в соответствующем духе свои учебники и книги, что видно хотя бы из следующего.

Так, в своих работах Оствальд подчеркивал объяснительную силу атомистики, но не указывал на то, что после своего создания атомистика начала убедительно демонстрировать свою предсказательную силу, которая непрерывно росла в ходе ее эволюции. Оствальд делал акцент на том, что атомная гипотеза приспособлялась к новым фактам и игнорировал то обстоятельство, что значительная часть новых фактов в физике и химии обязана своим происхождением этой гипотезе, т. е. эти факты были ею предсказаны и введены в научный оборот.

Есть еще один пункт, где Оствальд продолжал настаивать на правоте своей позиции — это вопрос о стехиометрических законах и о их связях с атомистикой.

В статье «Основные стехиометрические задачи и атомистическая теория» Оствальд писал: «Как известно, исследования последнего времени дали весьма убедительные доказательства в пользу существования атомов: в целом ряде случаев даны недвусмысленные экспериментальные доказательства зернистого строения весомой материи или образования ее из отдельных частиц, причем основные числовые величины, выражающие соответствующие свойства, оказались согласными с требованиями кинетической теории. Весьма замечательно, что это долгожданное подтверждение атомистической гипотезы было найдено совсем не в той области, где она так долго считалась незаменимой, а именно не в области стехиометрических законов, напротив, явления совсем другого порядка сделали возможным доказательство ее...

Существование стехиометрических законов (т. е. закона постоянства состава и закона кратных отношений. — *Авт.*), как мы теперь видим, не может ни подтверждать, ни опровергать существование атомов» [4, стр. 307—308].

Смысл этой цитаты состоит, следовательно, в утверждении, что атомистическая теория не необходима для вывода стехиометрических законов, в которых, по мнению Ост-

вальда, «заключается особенная идея, а именно экспериментальная».

В. Оствальд приводил в пользу последнего тезиса тот факт, что десятью годами раньше Дальтона И. Рихтер, не прибегая к атомистической теории, нашел для солей закон пропорциональности весовых количеств вступающих в соединение тел; и что на основании тех идей, которые им высказаны в последних его работах, можно предполагать, что «ему удалось бы распространить найденный им закон и на все химические соединения вообще» [4, стр. 298].

Безусловно, что законы стехиометрии могли быть осмысленны, как показала история химии вопреки утверждению Оствальда, только в ключе атомистики, и развернули все свои возможности только после включения их в контекст атомно-молекулярного учения.

Признавая победу атомизма, Оствальд рассматривал процесс развития атомно-молекулярного учения как превращение бесплодной гипотезы в плодотворную, хорошо обоснованную научную теорию, и таким образом выделял в нем два этапа, различных по своему значению для науки.

По мнению Оствальда, торжество атомистики не поколебало основ энергетики, положения которой сохраняют силу независимо от признания или отрицания существования атомов. Энергетика, по его словам, очень хорошо выдержала борьбу за существование и пронесла через все бурные события физики конца XIX и начала XX столетий свой основной тезис, что последней реальностью является энергия.

Новые теории, как указывал Оствальд, приписали энергии массу, которая раньше рассматривалась как свойство материи. Он имеет в виду известное соотношение Эйнштейна $E = mc^2$ *.

Возвращаясь к своей старой полемике с Больцманом и Планком, Оствальд рассказывал, что в споре, который он вел с Больцманом, последний выдвинул тезис, значение которого было им (Оствальдом) понято много лет спустя, после того, как утихли бури и страсти борьбы между атоми-

* Кстати, следует отметить, что неоднократно после открытия Эйнштейном связи между энергией и массой, предпринимались отдельными философами попытки представить формулу Эйнштейна как «реабилитацию» динамизма, его победу.

стами и энергетиками; это положение о том, что атомистическую природу имеет не только вещество, но и энергия. В этом положении, указывал Оствальд, намечено объединение энергетики с атомистикой, что позднее было успешно осуществлено Планком в его квантовой теории*.

Борьба между различными точками зрения, как подчеркивал Оствальд, приводит к тому, что в ее ходе устраняются, отбрасываются неустойчивые компоненты научных концепций, и в результате этого выявляются их инварианты.

Борьба, шедшая в науке в 90-х годах XIX в. и в начале XX в., закончилась, по словам Оствальда, объединением энергетики с атомистикой.

Последние слова Оствальда, конечно, не передают верно результаты борьбы атомистики с энергетикой, которая закончилась поражением энергетизма и полным торжеством атомистики, сумевшей дать адекватную интерпретацию всем великим открытиям конца XIX и начала XX столетий и подняться на качественно новый уровень. Энергетизм не «вдохновил» своих сторонников ни на одно крупное открытие в науке, не продвинул ни одну область науки вперед, не сделал ничего существенного даже в области термодинамики, которую его адепты считали основанием всех наук, а в первую очередь, наук о природе. «Экскурсы» самого Оствальда в область термодинамики представляли не шаг вперед, а скорее зигзаг в сторону от магистрального пути развития этой науки и были справедливо раскритикованы учеными, много сделавшими в области термодинамики и ее применения к решению ряда химических проблем.

* В работах Оствальда, написанных им после пересмотра своего отношения к атомистике, мы, как правило, нигде не встречаем откликов на ряд крупнейших событий в науке.

В. Оствальд называет три группы работ, которые заставили его осуществить указанный пересмотр. Это — явление радиоактивного распада, работы по броуновскому движению (главным образом экспериментальные исследования Перрена) и доказательства существования электрона. Вскользь останавливается Оствальд в автобиографии [6] на работах Планка, в которых, как ему казалось, осуществлен синтез энергетики с атомистикой.

Создается впечатление, что Оствальд после начала своего увлечения цветоведением перестал пристально следить за развитием науки, был довольно далек от «эпицентра» науки.

Как уже нами отмечалось, возникновение энергетизма неразрывно связано с кризисом механического мировоззрения в науке*.

Энергетизм как определенное направление в науке, как система взглядов, охватывающая все стороны научного познания — сошел со «сцены» в начале XX столетия. Эстафету некому было передать, да и к тому же лидер этого направления — Оствальд — сам свернул знамя энергетизма, хотя и не отказался от ряда прежних точек зрения. Поражение энергетизма в весьма ожесточенной борьбе с атомизмом, конечно, не исключило того, что между отдельными направлениями в науке и энергетизмом существует известная «переключка», хотя ученые, у которых мы встречаем эти мотивы, не относят себя к продолжателям энергетизма.

Так, Луи де Бройль считает, что энергетизм имеет продолжение в современной физике. Становясь на точку зрения энергетиков, пишет де Бройль, «современные теоретики квантовой физики вынуждены представить последнюю в форме абстрактной теории, основанной на системе аксиом и имеющей своей единственной целью предсказание наблюдаемых явлений, не считая полезными, или даже законными, попытки построения картины физического мира в рамках пространственно-временных представлений. Естественно, это направление было с одобре-

* Вообще, когда в науке происходит кризис концепции, под эгидой которой шло ее успешное развитие в течение какого-то времени, то, как правило, усилия, предпринимающиеся в ней для преодоления кризиса, имеют разные направления. Одни ученые пытаются приспособить старую концепцию к новой ситуации в науке, другие создают альтернативную ей концепцию, которая (или которые), как показывает ближайшее будущее науки, не в состоянии определить ее магистральный путь развития. Наконец, третья создает концепцию, удерживающую инвариантные компоненты старой, содержащую адекватное решение наиболее острых научных проблем данного времени.

Несомненно, что энергетизм Оствальда, по этой классификации, относится к «усилиям» второй группы. Судьба энергетизма поэтому существенно отличается от судьбы многих теорий, бывших в свое время высшей формой познания соответствующих областей действительности, а затем «уступивших» место другим теориям. Энергетизм на всех этапах своей истории как раз представлял альтернативу той концепции, которая была тогда высшим пунктом познания природы и поэтому открывала широкую перспективу развития науки, так как весьма успешно «работала» в экспериментальных и теоретических исследованиях.

нием принято физиками и философами позитивистского направления* и явилось источником развития школы неопозитивизма, известной под названием Венского кружка» [52, стр. 176].

Луи де Бройль имеет в данном случае в виду установление в аксиоматической форме физических теорий, что напоминает усилия энергетиков построить все научное знание на основе термодинамики. Аксиоматические методы, как указывал де Бройль, позволяют упорядочить имеющиеся знания, но не могут осуществить выход за пределы уже известного, который происходит с помощью «индуктивной интуиции» [52, стр. 179].

«Родство» с энергетизмом де Бройль устанавливает не по признаку сходства конкретных физических представлений, научных концепций, а по одинаковому подходу к «структуре» научного знания, по тенденции построить его как дедуктивную систему, имеющую в своей основе ограниченное количество принципов.

Тенденция к аксиоматизации физики не представляет доминирующей линии в современной физике, а поэтому «теоретики квантовой физики» не могут быть отнесены к ученым, разделяющим точку зрения энергетиков.

Известные «рецидивы» энергетизма мы встречаем у одного из крупнейших физиков современности — В. Гейзенберга [54].

Гейзенберг указывает, что эксперименты показали полную превращаемость материи. «Все элементарные части-

* Луи де Бройль отмечал, что наметившаяся еще с середины XIX в. тенденция сведения физической теории к формализму, связанная с трактовкой всякого образа как иллюзорного, питалась успехами термодинамики и философского направления, получившего название «позитивизм» и вмнявшего в обязанность теоретической науки лишь классификацию явлений и количественное предсказание явлений без введения в конструкции гипотетических элементов.

Луи де Бройль в «Революции в физике», — писал: «И сорок лет назад, по мнению многих физиков, считалось более предпочтительным использовать термодинамические методы, не вводя более детальных и более смелых концепций. Этот осторожный метод был назван энергетическим. Но, если осторожность — мать безопасности, то судьба улыбается лишь отважным. И тогда как приверженцы энергетического метода топтались на одном месте, хотя и на твердой почве, сторонники более детального описания элементарных явлений развивали атомистические и корпускулярные концепции, открывали новые неизведанные области» [53].

цы в столкновениях достаточно большой энергии могут превратиться в другие частицы или могут быть просто созданы из кинетической энергии и они могут превратиться в энергию, например, в излучение... Все элементарные частицы «сделаны» из одной и той же субстанции и одного и того же материала, который мы теперь можем назвать энергией или универсальной материей; они только различные формы, в которых может проявиться материя» [54, стр. 131].

В. Гейзенберг указывает, что четкое разделение между веществом и силой в области элементарных частиц не может быть проведено, так как любая элементарная частица не только сама порождает силы и сама испытывает воздействие сил, но и в то же самое время сама представляет в данном случае определенное силовое поле. По Гейзенбергу, микротела образуют скорее мир потенциалов, чем мир вещей и фактов.

Развивая указанные представления, Гейзенберг не соединяет их с энергетизмом, не указывает на последний, как на истоки своей позиции, и это, по-видимому, не случайно, так как при известном сходстве этих позиций, различие между ними весьма существенно.

Среди крупных ученых — физиков и химиков, которые, начиная с 10-х годов XX в., лидировали в различных областях этих наук, мы не встречаем адептов энергетизма. Более того, отдельные ученые, чьи позиции в каких-то пунктах схожи с некоторыми положениями энергетизма — не «привязывают» себя к последнему, не отмечают его влияния, и не делают этого по простой причине: энергетизм не оказал на них влияния*.

Современники борьбы между энергетиками и атомиста-

* В наши дни известный физик Р. Фейнман пишет: «Если бы в результате какой-либо мировой катастрофы все накопленные научные знания оказались бы уничтоженными и грядущим поколениям живых существ перешла бы только одна фраза, то какое утверждение, составленное из наименьшего количества слов, принесло бы наибольшую информацию? Я считаю, что это атомная гипотеза: все тела состоят из атомов — маленьких телец, которые находятся в непрерывном движении, притягиваются на небольшом расстоянии, но отталкиваются, если одно из них плотнее прижать к другому. В одной этой фразе, как вы убедитесь, содержится невероятное количество информации о мире, стоит лишь приложить к ней немного воображения и чуть соображения» [55].

ми, анализировавшие ее различные аспекты, отмечали два любопытных обстоятельства: первое — что сторонники энергетизма составили незначительную часть ученых того времени и, второе — что все крупные открытия в науке принадлежали не энергетикам, а их противникам.

Исключительная плодотворность «атомистов» в науке, открывших в начале XX в. новую блистательную страницу в ее истории, с одной стороны, и бесплодие энергетиков, не сумевших обогатить науку ни одним значительным результатом, уже само по себе представляло решение спора между ними по принципиальным вопросам науки. Это было слово «научной практики», бывшей арбитром в споре.

ТЕОРЕТИК И ИСТОРИК НАУКИ

Освободившись в 1905 г. от обязанностей профессора Лейпцигского университета и руководителя Физико-химического института, Оствальд получил возможность в спокойных условиях у себя на даче «Энергия» заняться той работой, которая уже давно его кровно интересовала. Еще в конце 80-х годов он ясно понял, что такие проблемы, как процесс развития науки, научное творчество отдельных ученых, выявление и подготовка талантливых молодых людей для научной деятельности, роль организаторов в науке, требуют пристального внимания и глубокого изучения.

Основным методом анализа этих проблем у Оствальда был историко-научный метод, основанный главным образом на изучении биографий крупных ученых. По его собственному признанию, он «с особенным усердием изучал психологию исследования и исследователей» потому, что знание жизни и деятельности крупных ученых является важным условием для понимания «законов воспитания духовных сил человечества». Для этого, по Оствальду, важно из биографий великих ученых выделить и изучить то, что всего больше могло бы «содействовать ассимиляции их наследия в настоящее время» [1, стр. 12].

По мнению Оствальда, изучение биографий великих ученых интересно и потому, что оно позволяет мысленно представить «лестницу, по которой взобрался ученый к своему открытию». «Знание этого пути,— писал Оствальд,— не только облегчает последователям делать, в свою очередь, в избранных ими областях соответствующие открытия, но и представляет существенный интерес для

теории науки, ибо оно дает более точные указания об особенностях творческой работы» [2, стр. 362].

В. Оствальд ставил задачу проанализировать все элементы творчества ученых, раскрыть все «духовные составляющие жизни».

В 1909 г. Оствальд выпустил книгу «Великие люди» [2], в которой проанализировал жизненный путь шести крупных ученых.

Из большой галереи великих естествоиспытателей прошлых поколений Оствальд выбрал трех химиков (Г. Дэви, Ю. Либих, Ш. Жерар) и трех физиков (М. Фарадей, Р. Майер, Г. Гельмгольц). На примере глубокого изучения их научного творчества он стремился выяснить, какие личные и внешние условия способствовали воспитанию и расцвету таланта, как влияли те или иные черты характера ученого на его научную деятельность.

Интересна сама история появления этой книги. В 90-х годах в Лейпциг к Оствальду приехали трое японцев для выполнения под его руководством физико-химических исследований. Посланцы Страны Восходящего Солнца передали Оствальду просьбу от японского ведомства просвещения помочь в деле организации подготовки и выявления способных молодых людей, могущих творчески работать в науке. Так как через руки Оствальда прошло немало студентов и практикантов, ставших впоследствии выдающимися учеными, то возникло предположение, нет ли у него «какого-нибудь средства рано распознавать таких людей, чтобы уделять им особое внимание и содействовать их развитию» [2, стр. 1].

На вопрос, как заблаговременно распознавать будущих выдающихся людей, Оствальду оказалось не так легко ответить, как это предполагали посланцы из Японии. Ему пришлось обобщить весь свой педагогический опыт, проанализировать жизнь и деятельность великих людей науки прошлых поколений, чтобы на их примере выявить некоторые принципы отбора талантливой молодежи и создания условий, необходимых для их развития. Свои мысли Оствальд и обобщил в книге «Великие люди».

В науку должны, по его глубокому убеждению, идти люди, для которых работа в ней является смыслом жизни: люди, одержимые большой любовью к этой деятельности. Приход в науку людей, для которых она не является альфой и омегой их жизни, ничего, кроме вреда,

не может принести. «Внутренне разрушающе действуют на развитие науки, этого высшего сокровища человечества, все мотивы, не вытекающие из чистого интереса к ней», — писал Оствальд [2, стр. 239]. «Я должен указать, — говорил он, — на ту великую ответственность, которую несет на себе по отношению к будущему каждый человек, который собирается работать в храме чистой науки. Здесь... успех дня, добытый жалкими средствами, исчезает перед неумолимым судом истории, и кто приступает к такой работе не с чистым сердцем и не с чистыми руками, тот раньше или позже должен нести вытекающие отсюда последствия» [3, стр. 259].

Убежденный в том, что большей частью научные открытия делаются учеными в молодости, Оствальд боролся за то, чтобы убрать с дороги юношества всевозможные «умственные теснины схоластического преподавания» [2, стр. 330]. Талант — несомненно, способность врожденная, и нет средств увеличить степень гениальности, но можно содействовать максимальному ее проявлению, сняв те путы, которые мешают естественному развитию таланта, особенно в молодые годы. Поэтому понятен большой интерес Оствальда к проблеме образования.

Проблема образования

Проблема подготовки учащихся в средней и высшей школах интересовала Оствальда весьма серьезно. Он считал, что наука нуждается в поддержке и в создании благоприятных условий и факторов, стимулирующих ее развитие. Сравнительный анализ показал, что уровень науки выше в тех странах, где она имеет более длительную историю и, главным образом, там, где ей оказывают серьезное содействие.

Научный потенциал страны определяется рядом факторов и, в первую очередь, количественным и качественным составом работников науки. Количество научных работников в данной стране представляет весьма яркий показатель состояния и уровня науки в ней. С этим критерием Оствальд подходил к оценке вклада данной страны в развитие мировой науки.

Научный потенциал страны, таким образом, в значительной степени зависит от уровня и масштаба подготов-

ки специалистов различных профилей, а также их предшествующего обучения, т. е. от состояния начального и среднего образования в стране.

В Германии вопросы организации высшего образования привлекали к себе пристальное внимание научно-технической общественности и правительственных кругов. Преимущество химического образования в Германии в сравнении с соседними странами Оствальд видел в полнейшем отсутствии однообразной регламентации, тогда как в Англии и Франции господствовала система опеки над студентами, детальная регламентация учебного процесса, предполагавшая, что «обеспечение успехов студентов может быть достигнуто при помощи обширной и постоянно поддерживаемой системы экзаменов» [4, стр. 4].

В. Оствальд отмечал, что в конце XVIII и начале XIX столетий Франция бесспорно стояла во главе научного прогресса; она выдвинула в то время ряд выдающихся естествоиспытателей с мировым именем. Наполеон, став императором, реорганизовал подготовку научных кадров в систему «централизованного научного образования». Эта система образования, по мнению Оствальда, имела своим результатом то, что Франция в области химии потеряла лидирующее положение. В этой стране обстановка сложилась так, что лучшие, наиболее плодотворные годы своей жизни будущему ученому приходилось тратить на сдачу экзаменов, на подготовку к профессорской деятельности. Это требовало много энергии и времени, что не позволяло всецело отдаваться творческой работе. Такие профессора, потратившие лучшее свое время на «усвоение чужих мыслей», в дальнейшем, по мнению Оствальда, могли преподносить студентам лишь сведения, имеющиеся в учебниках, и не имели возможности ни «просвещать их такими вещами, которые лежат вне круга экзаменационных требований, следовательно, ни сообщать ученикам таких вещей, значение которых в науке еще не удостоилось всеобщего признания» [4, стр. 5].

Преимущество образования в Германии по сравнению с образованием во Франции Оствальд видел в децентрализации науки. В Германии научные и учебные центры были рассеяны по всей стране, а не сосредоточены в Берлине, как во Франции — в Париже. Италия обладала тем же преимуществом децентрализации науки, как и Германия, но итальянские университеты из-за

господства католической церкви в XVIII—XIX веках утратили то влияние, которое они оказывали в эпоху Возрождения. Вся ценность немецкой системы подготовки заключалась, по мнению Оствальда, именно в том, чтобы учащийся учился тому, как покоряют неразрешенную задачу, как проникают из известного в неизвестное.

Творческая, инициативная деятельность молодого специалиста в науке и в промышленности — вот главное, к чему, по мнению Оствальда, нужно стремиться, ибо прогресс науки и техники зависит от умения проникать в область неизвестного. Для этого недостаточно только успешно сдать экзамены*, главное состоит в том, чтобы привыкнуть к самостоятельной творческой работе.

Молодой химик, считал Оствальд, будет в полной мере полезен лишь тогда, когда он сумеет охватывать новые факты и подвергать их критике и самостоятельному разбору и обсуждению; в этом и только в этом случае он способен «внести какой-либо прогресс в технику».

Непосредственная, прямая задача высшей школы заключается в том, чтобы «вести ученика от обладания и господства над известным к завоеванию неизвестного», — писал Оствальд [4, стр. 7].

Опираясь на свой педагогический опыт в Рижском политехникуме, Оствальд считал, что главное и основное в подготовке химиков, умеющих творчески работать, — это представление студенту самостоятельной научной работы, оценка которой определяет готовность молодого специалиста к исследовательской работе.

Участие студентов в научной работе является, по мнению Оствальда, не только существенным условием подготовки химиков, но и обильным источником получения новых научных данных.

В. Оствальд говорил, что достигнутые успехи в подготовке химиков в Германии не являются пределом, что они весьма далеки от того, чтобы можно было считать данное состояние химического образования вершиной. Более того, он был убежден, что дальнейшее улучшение подготовки новых специалистов необходимо. Это улуч-

* В. Оствальд придерживался мнения, что экзамены не могут проверить годность молодого специалиста к самостоятельной творческой работе.

шение может быть достигнуто путем «свободного изучения науки и путем углубления в науку».

В. Оствальд выступал сторонником специализации высшего образования. Для этого, по его мнению, высшая школа должна готовить не химиков, в одинаковой степени ориентирующихся в различных областях химии (уже в то время этого было трудно достигнуть), а специалистов в определенных областях химии (органиков, аналитиков, электрохимиков и т. п.). Такого рода односторонность тем не менее должна была обеспечить успех в работе, потому что, если ученый действительно глубоко знаком с известной группой фактов, то он уже «владеет ключом ко многим другим вещам, хотя бы мысль о прямой связи первых фактов со вторыми и не приходила ему раньше в голову» [4, стр. 9].

Для Оствальда было очевидно, что подготовка химика начинается уже в школе. Он сам еще на школьной скамье интуитивно почувствовал глубокое противоречие между направлением школьного образования и самим ходом развития науки и культуры. Тогда, когда сама жизнь выдвигала на передний план естественные науки, открытия которых поражали своим величием и практическим значением, школа по-прежнему по десять часов в неделю заставляла зубрить латынь и изучать древность, посыпанную пеплом веков. Считая, что пора покончить с бессмысленной тратой времени, Оствальд решительно взялся за обсуждение вопроса о постановке преподавания естественных наук в средней школе. Он энергично возражал против перегрузки школьной программы мертвыми языками, поглощающими львиную долю времени. Несомненно, знание языков нужно для ученого, но успехи учеников должны оцениваться не по овладению ими языками. «Латынь уже давно перестала служить преддверием к образованию; она скорее является самым страшным препятствием», — утверждал Оствальд [2, стр. 331].

Основным недостатком средней школы Оствальд считал отсутствие дифференцированного, индивидуального подхода к ученикам, неумение и нежелание воспитывать страсть к познанию окружающего мира. Между тем, выявление талантов должно начинаться именно на школьной скамье. На вопрос, почему средняя школа мало способствовала проявлению ярких способностей у учащихся, ставших впоследствии известными учеными,

Оствальд отвечал так: потому, что средняя школа стремится к догматической передаче своим питомцам известных «средних» знаний в области самых различных предметов. При такой системе обучения способность и любовь ученика к отдельным предметам погашаются, а иногда даже преследуются школой как «нежелательное направление ума». Стремление гимназии или училища устранить или уничтожить эту одностороннюю увлеченность учащегося означает не что иное, как вольное или невольное стремление заглушить таланты будущего гения.

«Перед нами,— замечал Оствальд,— картина неслыханного насилия над молодыми умами; только долголетнее притупление, порожденное привычкой, может закрывать перед нашими глазами средневековый облик средней школы» [2, стр. 326].

«Уже в течение целого ряда лет,— писал Оствальд,— я занимаюсь специально изучением биографий великих духовных вождей человечества и из них особенно тщательно обработал биографии деятелей девятнадцатого столетия, относительно которых можно было добыть наиболее богатый и надежный материал. Поверите ли вы, что все они, за ничтожными исключениями, были отборно скверными учениками в средней школе? Либих был уволен из гимназии за то, что он абсолютно не хотел или не мог изучать латинский язык. Юлиус Роберт Майер неоднократно бывал предпоследним учеником в своем классе. Дэви не может сообщить о своем учителе латинского языка ничего лучшего, чем то, что тот позволял ему лентяйничать сколько угодно. Ни один из этих деятелей и одним словом не высказал ничего хорошего о средней школе, в которой он учился. Следовательно, мы приходим к изумительному заключению, что будущие духовные вожди человечества более или менее определенно отказывались от всякой духовной пищи, которая им предлагалась в средней школе» [5, стр. 119—120].

Появление выдающихся ученых происходит вопреки конформирующему влиянию такой школы, потому что «юность так эластична, что всегда известное число юношей проносят более или менее значительный остаток самостоятельности через эти опасности» [2, стр. 326]. Оствальд указывал на большую роль самостоятельного об-

разования, на раннее приобщение молодежи к научной литературе, что позволило бы им таким путем приобрести нужные знания, которые не дала средняя школа*.

Выявление молодых талантов

В. Оствальд отмечал, что «потенциально великих людей рождается больше, чем достигших «фактического развития», что объясняется вредным влиянием, из-за которого гибнут многие возможные гении... У нас нет никакого средства подсчитать число погибающих гениев, но мы ужаснулись бы, если бы узнали, как человечество в данном случае свирепствует по отношению к себе» [2, стр. 289].

Вопрос, который был предложен ему японским ведомством просвещения, заставил его задуматься над тем, как он сам выбирал из своих учеников тех, которых он считал выдающимися и которых поэтому он старался сохранить для науки. Оствальд отмечал, что «признаком талантливых людей является то, что они никогда не были довольны тем научным материалом, который им планомерно преподавался. Они всегда высказывали к нему скептическое отношение или, по меньшей мере, всегда задавали по поводу него всевозможные вопросы... человек со средними способностями тратит все свое время на то, чтобы воспринять научный материал и просто схватить его, выдающийся человек уже в юности отличается способностью и потребностью выработать себе самостоятельные взгляды и самостоятельно вести работу» [2, стр. 35—36].

В этом суждении много верного, но проглядывают некоторый субъективизм и односторонность, ибо далеко не всегда то, что отмечает Оствальд, позволяет с уверенностью выявить талант. Трудность заключается еще и

* В. Оствальд считал, что наука теряет от того, что высшая школа закрывает «свои двери» перед всеми жаждущими учиться, но не прошедшими пространного курса обучения и не получившими аттестата зрелости. «Высшие школы и вместе с ними и народ лишаются такой группы рекрутов, из которых вышло бы, наверное, относительно гораздо более генералов, чем из рядов нормальных учеников» [6, стр. 135—136]. В отношении себя как руководителя одной из областей науки Оствальд говорил, что он «особенно благосклонно занимается именно с этими людьми».

в том, что тот, кто выделяет и воспитывает «формирующегося гения», должен сам стоять выше среднего уровня и обладать благородными достоинствами, позволяющими ему любовно и терпимо относиться к «трудному ребенку». В жизни оказывается все сложнее, и гению, как правило, самому приходится пробивать себе дорогу, преодолевая порой трудные препятствия. Процесс борьбы обычно закаляет, но требует нерациональной траты времени и душевных сил.

В. Оствальд справедливо считал, что раннее развитие является одной из отличительных черт таланта. Все ученые, способствовавшие, например, развитию учения об энергии в середине XIX столетия, — Майер, Гельмгольц, Джоуль, Клаузиус, Кельвин, Карно — не достигли еще тридцатилетнего возраста, когда появились их главные работы.

Ученые, принимавшие участие в развитии электрохимии, выполнили свои основные работы также в молодости. Дэви открыл щелочные металлы 27 лет от роду, Берцелиус в 24 года развил свои электрохимические воззрения, определившие развитие химии первой половины XIX в.

Естественно, что общим явлением это признать нельзя, ибо Гальвани, Вольта и другие сделали свои важные работы лишь в зрелом возрасте, когда им было более сорока лет. В зрелом возрасте Гиббс выполнил свои работы по гетерогенным равновесиям и статистической механике. Но эти факты представляют исключение из правила, которое известный польский физик Л. Инфельд назвал «эмпирической закономерностью». Если у исследователя можно явственно выделить кульминационный пункт творчества, что в большинстве случаев и имеет место, то его «максимальное значение лежит всегда без исключения до тридцатого года его жизни» [2, стр. 48].

Взлет творчества ученых в молодые годы, по мнению Оствальда, объясняется тем, что в это время человек удачно соединяет в себе смелость (уменьшающуюся с годами) и критическую проницательность, которая уже развилась (она продолжает расти вплоть до глубокой старости).

Для выдающихся ученых характерно умение рано находить проблему, решение которой позже приносит им всемирное признание.

Здесь Оствальд различает два крайних случая, между которыми возможны переходы. Первый — когда молодой ученый выбирает направление, успешно разрабатывает ряд вопросов, создает серию работ, среди которых ни одна, однако, особенно не выделяется. Второй — когда мы «имеем дело с одной вполне определенной работой, благодаря которой молодой исследователь с быстротой метеора появляется на зените науки, а за этой работой ничего подобного не следует» [2, стр. 340].

Первый случай Оствальд иллюстрирует на примере творчества Либиха и Гельмгольца, а второй — на примере Майера и Дэви. Однако не все первые работы молодых ученых были отмечены печатью гения, чтобы узнать по ним «когти льва». В ряде случаев эти работы были навязаны внешними мотивами. Примером ординарного характера первой работы, по мнению Оствальда, может служить докторская диссертация Бунзена, которая представляла собой «перечисление известных в то время гигрометров, и в ней даже при желании не найти самостоятельных мыслей. Но и в данном случае это была только умственная пошлина, которую начинающий должен заплатить за вход в рабочие мастерские науки» [2, стр. 344].

Молодому исследователю, сделавшему теоретическое открытие эпохального значения, сопутствует успех, если до этого он успел себя зарекомендовать в более конкретной области, где полученные им результаты, вследствие своей несомненности, были приняты. Оствальд говорил, что теоретические работы Гельмгольца были лучше встречены, чем работы Майера, потому что до этого Гельмголец успел зарекомендовать себя открытием временной длительности распространения раздражения по нерву и изобретением офтальмоскопа.

В. Оствальд, таким образом, подчеркивал, что признанию новаторской работы молодого ученого может способствовать его известность в науке*.

* Ту же самую мысль высказывал английский физик Д. Рэлей в связи с обсуждением причин, благодаря которым не была принята работа английского физика Уотерсона, где впервые были сформулированы основные положения кинетической теории материи. По мнению Рэрея, Уотерсоном были допущены две тактические ошибки, которые привели к роковой для него неудаче

Действительно, история науки дает много примеров, подтверждающих эту мысль Оствальда, но немало можно привести других примеров, опровергающих ее. Для современной науки, на передовых рубежах которой идут интенсивные поиски «безумных идей», обстоятельство, отмечаемое Оствальдом, конечно, не типично, а скорее представляет исключение.

Проблемы возраста в научной деятельности

В жизни великого человека, по мнению Оствальда, имеются три периода. Первый период — это тот, когда выдающийся ученый, выполнив новое и оригинальное исследование, оказывается намного впереди своих современников и потому не встречает понимания и поддержки с их стороны. Второй период — время признания новых идей; ученому удается пробить путь в науку своему открытию или теории и удалить самые крупные препятствия. Третий период — тот, когда ученый либо отходит от исследовательской работы, либо даже становится тормозом для развития науки, отстаивая уже устаревшие идеи и взгляды.

В. Оствальд показал, что крупные творцы науки, как правило, не в состоянии отказаться от взглядов и представлений, игравших на определенном этапе развития науки прогрессивную роль, утверждению которых в значительной мере способствовала их собственная научная деятельность. Но когда наука стоит перед выбором новых путей, когда ее дальнейший прогресс властно требует коренного пересмотра старых представлений, создания новых теорий и концепций, бывшие лидеры объективно начинают играть отрицательную роль, сдерживая по мере сил развитие науки. Вчерашние «властители дум», указавшие и пролагавшие новые пути и тропы в науке, начинают топтаться на месте, оказываются в стороне от магистрального

и несколько задержали признание в науке кинетической теории; первое — это то, что он должен был до посылки своей работы в Королевское общество сделать одно-два исследования в области, получившей общее признание в науке, а второе — ему следовало бы найти «предшественника», в частности подчеркнуть в своем труде, что он посвящен «развитию идей Бернулли».

пути науки. Ученый после того, как почувствует начало упадка своих творческих сил, по мнению Оствальда, должен отойти в сторону и дать возможность развиваться молодым. Оствальд сопоставлял поведение Вольта и Берцелиуса: первый после появления продолжателей его направления отошел в сторону, отказался от навязывания своих взглядов новому поколению ученых, позиции которых он не разделял; Берцелиус же этого не сделал. Он не сошел со сцены тогда, когда, как пишет Оствальд, вечно остающаяся молодой наука сделала шаг вперед, а он, Берцелиус, вследствие угасающей энергии и слабеющей памяти, не смог уже больше следовать за ней. Напротив, он сделал попытку направить науку по тому пути, который он считал верным. Вначале Берцелиус предупреждал отеческим тоном, вовсе не считаясь с противоречиями. Затем он все серьезнее выдвигал свой по праву заслуженный авторитет, а в конце концов появились вспышки гнева старого ученого, недовольного новыми взглядами. «Но ничего не помогло. Его молодые коллеги, которым он в свое время открыл путь в науке, отшатнулись от него и, когда он напал на них, они стали,— писал Оствальд,— защищаться со всем пылом юношества» [7, стр. 50—51].

В. Оствальд сопоставил кривую развития науки с кривой жизни ее творцов, показав, что в то время, как наука развивается с ускорением, развитие отдельного человека может быть изображено в виде кривой прогрессивно возрастающего развития в юности, постоянной силы в зрелом возрасте и духовного и физического упадка в конце жизненного пути.

В жизни крупных ученых наступает, следовательно, момент, когда они уже не могут оказать какое-либо влияние на развитие науки, и в частности на дальнейшую судьбу своих творений, начинающих жить независимой от них жизнью и двигаться в непонятном или нежелательном для них направлении.

В интересах науки и своего личного счастья лучше будет, если ученый поступит, подобно Вольта, и предоставит жизненной силе самой науки найти со временем правильный путь.

Проблема «отцов и детей», по Оствальду, является непреходящей в истории науки, противоречия между различными поколениями ученых — постоянными, причем

неизменно носитель революционного начала — молодежь, а консервативного — старые поколения ученых.

Ученым, которые уже не в состоянии играть ведущую роль в науке, поспевать за бурным темпом ее прогресса, Оствальд рекомендует следующее: «Рядом с широкой и бойкой улицей науки расположены мирные, тихие садики, до которых доносится шум базара. Там можно развести еще много цветов, которые хотя раньше человек видел, но, увлеченный моментом, не имел ни времени, ни охоты срывать их» [7, стр. 57].

Исследователю в конце своей научной деятельности легче применить методы и знания к проблеме, пришедшей извне, чем создать новую проблему.

В. Оствальд, таким образом, рекомендует пожилым ученым, которые уже не в состоянии сказать принципиально новое слово в науке, переключиться на работу в таких ее областях, идейное содержание которых отстоялось, где отсутствует потребность, по крайней мере, на данном этапе их развития, в создании новых концепций, в выдвижении больших идей. В этих областях науки опыт и знания пожилых ученых могут принести большую пользу, а ученые, занявшиеся ими, получают моральное удовлетворение*.

Резюмируя взгляды Оствальда о кривой изменения творческого потенциала ученого с возрастом, следует подчеркнуть следующие моменты:

Первый. Все открытия эпохального значения в науке совершаются молодыми людьми, как правило, в возрасте от 25 до 30 лет, представляющем кульминацию творческой деятельности ученого.

Второй. Творец науки способен только на один большой взлет, в результате которого он создает принципиально новое в науке, будь то обнаружение нового факта, создание научного понятия, теории или метода исследования. Это вписывает его имя в историю науки, но и обес-

* Государство должно придерживаться определенной политики в отношении старящихся исследователей. «Их нужно освободить от несения таких обязанностей, которые могут исполняться другими: от административных занятий, экзаменов и т. д., отнимающих у них большой запас энергии, не приводя ни к какому полезному результату, который мог бы, хотя отчасти, возместить результат, который был бы достигнут ими на поприще науки», — писал Оствальд [2, стр. 121].

силивает его, истощает основные творческие силы, делает беспособным на повторение подобного взлета.

Третий. Ученые, начиная с какого-то возраста, не только утрачивают лидерство в науке, но перестают успевать за ее ростом и оказываются уже не в состоянии ассимилировать новые идеи.

Первый тезис Оствальда, который независимо от него был выдвинут рядом других ученых, исследовавших возрастную проблему в науке, в главном верен, хотя его и нельзя абсолютизировать. Он, несомненно, справедлив в отношении математики, которую Н. Винер назвал «наукой молодых». Он также справедлив для периодов в истории различных наук, отмечавшихся интенсивным творчеством. В эти периоды новое слово произносится молодыми людьми, не находящимися в плену старых систем, разрывающими привычный круг представлений и выводящими науку на новые, до этого неизвестные просторы.

Но в тех областях, где еще не исчерпаны возможности существующей теории, под эгидой которой идет развитие данной области науки, где еще полностью не реализованы ее возможности, как правило, с большим успехом работают пожилые ученые и многие из них не прерывают своей плодотворной деятельности до последнего дня своей жизни.

История науки дает много примеров и того, когда ученый оставляет значительный след не в одной, а в нескольких областях науки, когда его имя связано с решением не одной, а двух и больше проблем. Так, научная деятельность ближайших соратников Оствальда по физической химии — Аррениуса, Вант-Гоффа — опровергает всеобщность тезиса Оствальда о том, что ученый способен только на одно крупное «предприятие» в своей жизни.

Бряд ли можно согласиться с мнением Оствальда, что всегда и неизменно старость ученого отмечена печатью трагизма, что она всегда находится в глубоком конфликте с «молодостью» в науке, которая от нее отворачивается, так как видит в ней знаменосца вчерашнего дня.

Научные позиции «стариков» не всегда носят ретроградный характер, и далеко не все ученые в пожилом возрасте утрачивают контакт с новыми поколениями и перестают «держатъ свою руку на пульсе науки».

Хотя у Оствальда были некоторые преувеличения в решении группы вопросов, составляющих различные грани проблемы возрастных генераций в науке, следует отметить их исключительную актуальность, возрастающую с развитием науки и увеличением числа работников в ней, дифференциацией труда и другими явлениями, сопровождающими ее бурный рост.

«Классики» и «романтики»

Большую популярность в научных кругах имело оствальдовское деление ученых на классиков и романтиков*.

Взаимоотношение человека-творца с его произведением, в частности продолжительность пестования творцом его идеи, как указывает Оствальд, — функция темперамента. Классики отличаются медлительностью умственных процессов, романтики — быстротой.

Деление ученых на две группы Оствальд связывает с традиционной классификацией темпераментов, согласно которой сангвиники и холерики — это быстро реагирующие умы, а флегматики и меланхолики — умы, реагирующие медленно.

К романтикам Оствальд относит Дэви, Либиха, Жерара, к классикам — Майера, Фарадея, Гельмгольца, Гиббса.

Различие между классиками и романтиками достаточно проявляется уже в юности. «У быстро реагирующих романтиков явление ранней зрелости особенно рельефно выражено. Для романтика характерно то, что он нуждается в аудитории, в непосредственном отклике на его работы, в тесном общении с сотрудниками, в обстановке, которая воспринимала бы исходящие от него импульсы. Создать такую обстановку ему легко. Ибо он полон воодушевления и умеет передавать его другим» [2, стр. 353].

Романтики не посвящают много времени «воспитанию» своих творений; они быстро работают и быстро переходят от одной работы к другой. Научные школы, как

* «Обе описываемые формы научного исследования, — пишет Оствальд, — классическая и романтическая, тем яснее выражены, чем выше сам исследователь, а трудно поддающиеся классификации промежуточные формы принадлежат преимущественно малоразвитым экземплярам» [2, стр. 299].

правило, создаются романтиками. Так, Либих имел целую армию учеников, среди которых был учитель Оствальда в Дерптском университете Шмидт; влияние Либиха распространилось на ученых таких стран, как Англия, Россия и США.

Романтики всегда выступают активными борцами, страстными пропагандистами своих взглядов. По ширине интересов и разрабатываемых вопросов романтики превосходят классиков, но уступают им в глубине исследования. В качестве типичного классика Оствальд называет Гиббса, разработавшего за свою жизнь две проблемы (теорию гетерогенных равновесий и статистическую механику). Для Гиббса, как и для других классиков, характерен индивидуальный стиль работы. Классик любит сам от начала до конца обстоятельно разработать научную проблему, досконально проверяя каждый факт.

Н. Берцелиус, по Оствальду, — классик, в течение многих лет обеспечивавший Швеции мировую гегемонию в химии. В письме к своему другу немецкому химику В. Вёллеру, сообщая о том, что в одном из шведских университетов освободилась вакансия профессора химии, Берцелиус жалуется, что ее некем занять. Оствальд объясняет эту ситуацию тем, что Берцелиус не подготовил учеников, хотя бы приблизительно равных ему по рангу.

Оствальдовская классификация, учитывающая только быстроту реакции, скорость мышления и другие особенности работы ученого, например отношения между ним и коллективом, недостаточна для выявления реально имеющих различий в характере и типе деятельности ученых, что представляет в настоящее время не только академический, но и практический интерес.

Вопросы классификации ученых в настоящее время весьма актуальны. Эти вопросы представляют часть проблемы, решение которой является настоящей необходимостью для современного этапа развития науки, — повышения эффективности научных исследований.

Науковеды и психологи, занимающиеся проблемами научного творчества, ставят вопрос о разработке рациональных критериев комплектования научных учреждений, о нахождении оптимальных соотношений между различными типами научных работников, в частности между творцами науки, которые являются «генераторами» новых идей, критиками, которые быстро улавливают «слабые мес-

та» этих идей, и исполнителями, которые в состоянии реализовать большие творческие замыслы.

В настоящее время предложен ряд классификаций научных работников, которые более полно и адекватно отражают различие типов среди них.

Процесс научного творчества. Роль случая и фантазии в научном поиске

Анализируя творческую деятельность ряда крупных ученых, Оствальд пытался раскрыть механизм этой деятельности, показать, как происходит рождение крупных открытий в истории науки.

Интерес представляет его анализ творчества Гальвани и Вольта. Здесь Оствальд прибегает к изучению как объективного содержания их открытий, так и субъективно-психологических моментов их работы.

В. Оствальд характеризует открытие Гальвани (гальванического электрического тока) как типично случайное открытие. Это тот случай, когда исследователь был занят другим вопросом, но среди условий его работы оказались такие случайные обстоятельства, которые, вызвав необычные явления (например сокращение мышцы препарированной лягушки от соприкосновения с металлом), направили мысль исследователя по совершенно новому пути.

В. Оствальд, анализируя роль случая в научном поиске, отмечал, что обнаруженное ученым новое явление может оказаться либо незамеченным, либо оно будет замечено, но не подвергнуто научному исследованию; наконец, оно может стать основным предметом исследования ученого, когда, говоря словами Гальвани, у ученого будет «до невероятности страстное желание понять это явление». «Даровитость ученого,— писал Оствальд,— обнаруживается именно в том, что, заметив след нового открытия, он, не отрываясь, прослеживает его, подобно лениво бродящей гончей, которая вся настораживается, едва почуяв дичь» [1, стр. 45—46].

В. Оствальд подчеркивал следующие обстоятельства, которые должны быть учтены для полного понимания условий открытия Гальвани.

Первое. Явление, послужившее основным толчком к открытию эпохального значения, было замечено вначале

помощниками Гальвани. «Как только один из моих помощников,— вспоминал Гальвани,— коснулся, совершенно случайно, кончиком пинцета внутренних бедренных нервов лягушки, мышцы суставов ее стали сокращаться, как будто в сильных тонических судорогах. Другой мой помощник, однако, уверял, что это произошло тогда, когда была извлечена искра из кондуктора электрической машины. Приведенный в изумление этим новым явлением, он обратил на него внимание, ибо я был занят чем-то другим и, задумавшись, не заметил ничего» [1, стр. 44—45].

Второе. «Самое интересное во всей этой истории то, что у Гальвани не было вовсе основания приходить в столь большое волнение. Что электрические разряды вызывают сокращение мышц, было известно уже и раньше. В такой же мере было известно, что электрический разряд вызывает близ себя электрические процессы и в таких проводниках, которые с первичной цепью вовсе не связаны; явление это называлось «обратным ударом» разряда. Если бы Гальвани обладал всеми научными познаниями своего времени, ему не трудно было бы создать себе целую теорию по поводу наблюдаемого им явления, так что пытливость его могла бы быть вполне удовлетворена.

К счастью, для науки познания его не были столь широки, и он стал самым разнообразным образом изменять свои опыты, чтоб найти причину явления» [1, стр. 46].

Третье. Гальвани, производя различные опыты, не обратил внимания на один факт: сокращения мышц были сильнее, когда цепь состояла из двух разнородных металлов.

Этот факт находился в противоречии с интерпретацией, которая им же была предложена для объяснения данных явлений*. Оставалось непонятным, почему сокращение мышцы бывает сильнее, если к ней прикоснуться соединенными разнородными металлами, и слабее, когда прикасается один металл. По этому поводу Оствальд писал: «Можно привести немало доказательств из частной истории того или другого ученого, а равно и из общей истории науки тому факту, что такие «несогласия» теории с фактами впоследствии оказыва-

* Гальвани считал, что причиной физиологического электричества является так называемая жизненная сила.

ются решающими моментами, определяющими выбор того или иного объяснения» [1, стр. 50].

Этот факт сделал отправным пунктом своих исследований Вольта, который пришел к противоположным выводам.

Если Гальвани считал, что мышцы лягушки подобны лейденской банке, то Вольта предполагал, что они представляют собой весьма чувствительный электроскоп, а «двигателями и возбудителями электричества» являются «прикосновения двух разнородных проводников». Электричество, таким образом, по Вольта, обязано своим происхождением прикосновению металлов, «а соприкосновение металлов с жидкостями не важно, или, по крайней мере, не существенно».

Если камнем преткновения для теории Гальвани было то, что она оставила без объяснения факт более сильного действия двух соединенных металлов, то такую роль по отношению к теории Вольта играл факт окисления цинковых пластинок, которое наблюдалось всегда; этому явлению Вольта не мог дать объяснение, и он вызвал длительные споры в XIX в. между сторонниками химической и контактной теорий гальванического элемента.

В творческом процессе, по мнению Оствальда, большую роль играет фантазия, которую он рассматривал как врожденное свойство. Из всех особенностей, выражающих духовную физиономию великого исследователя, раннего и всеобъемлющего развития достигает фантазия, обуздываемая в дальнейшем критическими опытами и строгим анализом. «Фантазия,— писал Оствальд,— состоит в многообразии и быстроте образования умственных комбинаций» [2, стр. 44].

Фантазия играет важную роль в сложном и мучительном процессе рождения новой идеи.

Первоначально идея в сознании творца еще не выражена в понятиях, еще не перешла в «телесную» форму. Это состояние Оствальд сравнивает с состоянием поэта, которое описывает Шиллер, когда «процесс воплощения художественного произведения начинается своеобразным музыкальным настроением, т. е. предвосхищением того впечатления, которое законченное произведение произведет или должно произвести на читателя, точно так же научное чутье предвосхищает позднейший ре-

зультат, задолго до того, как найден подобный путь для его достижения» [2, стр. 87—88].

Для подтверждения своей мысли Оствальд приводит слова Гаусса: «Мои результаты мне давно известны; я только не знаю, как я к ним приду» [2, стр. 88].

Вновь рожденная идея воплощается затем в форму хорошо обоснованной теории с четко выраженными понятиями.

Ускорение процесса проникновения в науку новых идей сопровождается тем, что Оствальд называет «переживанием новой идеи личностью». Новая идея начинает вести независимое от ее творца существование, проникает в разные области науки, связывается и переплетается с другими идеями таким образом, что ее выражения делаются все более трудными и все более в тень уходит имя ее автора. Это явление, как правильно указывает Оствальд, связано с усилением коллективного использования научной идеи, с непрерывно растущим фронтом научных исследований.

В. Оствальд указывал на различные типы открытий. Одни открытия могут быть достигнуты систематической организацией научной работы; другие же, которые находятся «на самой границе человеческого познания», ждут для своего выполнения гения, который это открытие «перенесет из области мечтаний в действительность».

Процесс рождения новой идеи требует мобилизации всех духовных сил ученого, творческого напряжения. Иное дело, по мнению Оствальда, процесс изобретения, «которому можно обучить так же, как езде на велосипеде». В. Оствальд выражал надежду, что искусство изобретения все в большей мере будет становиться общим достоянием и «в конце концов сделается такой же необходимой и обыденной принадлежностью обихода духовной жизни, как, например, пища, чтение и письмо» [5, стр. 253].

В статье «Техника изобретений» Оствальд развивал мысль о том, что изобретать можно, почти всецело следуя определенным принципам. Творчество Эдисона представляет, по его мнению, иллюстрацию данного тезиса.

Оствальд указывал, что в конце XIX и начале XX в. произошли большие изменения в характере творчества

по сравнению с концом XVIII в. Д. Пристли, обогативший химию газов большим количеством открытий, сравнивал себя с охотником, который отправляется в лес или в поле, не зная, что он там найдет, да и найдет ли вообще что-нибудь. Сейчас «охота» на авось заменяется продуманной облавой, и теперь надо быть уже до некоторой степени «неумелым охотником, чтобы упустить затравленную дичь», — писал Оствальд [5, стр. 246—247].

Техника современного изобретения, как указывал Оствальд, состоит в охвате всего поля возможностью и систематического сбора на нем всего того, что представляет ценность. Систематический путь к решению проблемы состоит в постепенном сужении круга необследованных возможностей.

Проблема научных школ

Интересен оствальдовский анализ условий образования научных школ. Оствальд отмечал, что такие крупные ученые, как, например, Гаусс, Фарадей, Гельмгольц*, не создали научных школ, тогда как ученый «среднего дарования» Магнус создал школу, из которой вышло целое поколение физиков последней четверти XIX в. в Германии. Однако большинство известных школ в истории науки было создано именно выдающимися учеными. Эти ученые обладали не только мощным интеллектом, но и сильной волей, что, по мнению Оствальда, составляет необходимое условие для создания научной школы**.

Особое внимание Оствальд уделял характеристике учительской деятельности создателя первой большой

* Вряд ли можно согласиться с Оствальдом, что у Гельмгольца не было школы.

** Очевидно, что кроме этих личных качеств руководитель научной школы должен быть еще автором актуальной программы научных исследований (такой программой у Оствальда в 80-е годы была всесторонняя разработка теории электролитической диссоциации, а в 90-е — катализа). Именно в этом случае руководитель будет своего рода магнитом, притягивающим к себе новые научные силы. Приток молодых ученых к Оствальду потому-то и не прекращался, что он из своей программы каждому находил тему исследования, перспективную в научном отношении.

химической школы — Либиха. Он отмечал исключительную роль, которую Либих сыграл не только в развитии химической науки, но и в создании химической промышленности в Германии. «Указанным развитием,— писал Оствальд,— мы обязаны не Либиху-исследователю и не Либиху-изобретателю, но всецело и исключительно — Либиху-учителю» [5, стр. 227—228], который «дал первый и до сих пор непревзойденный еще пример огромного влияния такого учителя»*. Конечно, не учительская деятельность Либиха была единственной причиной быстрого роста немецкой химической промышленности, но, несомненно, что наличие химиков-исследователей, вышедших из школы Либиха, благоприятствовало развитию химической промышленности. Создание химической промышленности способствовало большому спросу на химиков-исследователей и тем самым стимулировало работу ученых по их подготовке. Оствальд высоко оценивал заслуги Дж. Дж. Томсона, создавшего в Англии школу физиков, в которой предметом изучения служил, кроме современного состояния науки, сам метод исследования.

Взаимоотношения между наукой и техникой. Роль организаторов в науке

От ряда историков науки, считавших, что процесс развития науки имеет автономный характер и полностью определяется имманентными законами, ее внутренней логикой, Оствальда отличает понимание связи между наукой и общественной практикой.

* В. Оствальд указывал, что условием успешной работы либиховской научной школы было то обстоятельство, что он делал все нужное для развития у начинающего ученого самостоятельного мышления.

«Это кажется тривиальным и все же очень трудно не мешать ученику, когда его ход мыслей принимает другое направление, чем то, какое имел в виду профессор, поставивший задачу. Мне известно,— писал Оствальд,— что один выдающийся ученый, высоко почитаемый своими учениками учитель сводил на нет весь успех своего преподавания тем, что бессознательно заставлял своих учеников находить именно то, чего он заранее ожидал. Благодаря этому он выпустил сотни докторов и едва ли даже одного ученика развил до такой степени, чтобы он впоследствии мог в научном отношении значительно подняться над средним уровнем» [2, стр. 158].

Некоторые ученые-историки подчеркивали влияние, оказываемое наукой на технику и на способ и формы человеческого мышления, но они, как правило, отрицали обратное влияние, т. е. воздействие предметной деятельности на науку, а тем более не в состоянии были подняться до понимания тесной и неразрывной связи истории логического движения науки с логикой развития предметной деятельности, раскрытой основоположниками марксизма.

Преимущество Оствальда перед этими историками состоит и в том, что он признает не только влияние науки на общественную практику, но и отмечает влияние последней на науку и указывает, что ее «корни были и остались в твердой почве человеческих потребностей и человеческой деятельности» [1, стр. 7].

В 1897 г. Оствальд говорил: «Наука и практика связаны друг с другом теснейшим образом и должны учиться друг у друга» [4, стр. 10].

В. Оствальд особо подчеркивал: «Нет науки ради науки... есть только наука ради человеческих целей... Целью всякой науки в конечном результате является ее применение на практике, так как наука без такового, точнее, без цели предсказания не заслуживает названия науки; она не представляет никакого интереса для общества и потому не может требовать от него поддержки» [5, стр. 113].

В. Оствальд далее пояснял, что не нужно это общее положение трактовать как узко утилитарное назначение науки, например, построить какую-то фабрику и т. п.

В чистой науке можно и нужно много работать «про запас». Наступит время, и накопленный научный капитал пойдет в оборот и даст большую прибыль. «То, что сегодня является чисто научным вопросом, может завтра же лечь в основу важной технической задачи» [5, стр. 224].

Ратуя за развитие чистой науки, Оствальд в качестве основного аргумента выдвигал то, что оно представляет совершенно необходимое условие для прогресса техники, для роста мощи государства. Оствальд писал: «Посмотрите, господа, на Англию. Для того чтобы отразить конкуренцию Германии в различных областях техники — конкуренцию, которая становится все более и более опасной, известно всего-навсего только одно средство — это повышение уровня научного развития. ...И в Америке ясно сознают, что



В. Оствальд (1911)

прочное превосходство в технике возможно лишь на научной основе, и потому там серьезно питают надежду достичь и в области чистой науки такого же превосходства над старой Европой, какое уже достигнуто там в некоторых областях техники. Следовательно, если мы ставим перед собой задачу развития какой-нибудь области техники, то для этого в действительности нет более верного средства, как развитие чистой науки; она одна, как я только что доказывал, создает необходимый духовный фундамент здорового развития» [5, стр. 238—239].

В. Оствальд указывал, что практика и теория, техника и наука вначале были совершенно слитны. Разделились они лишь тогда, когда теория начала задавать себе «лишние вопросы» и искать на них ответа, тогда как практика продолжала удовлетворяться знаниями того, что жизненно необходимо. Но с течением времени становилось все яснее, что эти «лишние вопросы» как раз являются самыми необходимыми. Этими лишними вопросами являются те, которые в данный момент имеют чисто познавательное значение, лишены какого-либо практического интереса. При решении каждого из этих вопросов, как правило, возникают новые проблемы. Оствальд отмечал, что со всякой серьезной проблемой, в решении которой достигнуты существенные успехи, случается то, что «вместо отрубленной головы вырастает целый пук новых голов».

Анализируя взаимоотношения между наукой и техникой, те изменения, которые произошли в этих отношениях в конце XIX и начале XX столетия, Оствальд пришел к выводу, что чем выше уровень развития промышленности и технической мысли, тем быстрее и эффективнее используются в ней последние достижения науки. Но после первого «сбора самородков золота во вновь открытой богатой россыпи» затраты на разработку менее доступных залежей все более и более повышаются.

Начиная с последних десятилетий XIX в., по словам Оствальда, «технически лучшее решение вопроса стало и научно лучшим решением» [1, стр. 123].

«Великая техническая проблема будущего,— писал Оствальд,— есть непосредственное получение механической энергии из химической. Несколько лет тому назад я сам указывал на превращение химической энергии в электрическую, как на ближайший идеал будущего нашего технического развития» [11, стр. 173].

В. Оствальд считал, что строгое различие между наукой и техникой в XX в. не имеет основания, так как происходит технизация науки, с одной стороны, и «онаучивание» техники, с другой; исчезают различия в стиле мышления и приемах работы в науке и технике.

В. Оствальд отметил определенную тенденцию в изменении темпов наращивания научных знаний: «Наука движется вперед равномерно ускоренным движением, напоминающим приращение скорости свободно падающего тела» [1, стр. 63]. Чем ближе к XX в., тем меньше временная дистанция между моментом научного открытия и его внедрением в практику.

К концу XIX в. скрытый период усвоения научной истины, по словам Оствальда, «сделался много короче прежнего»; с расширением фронта исследовательских работ и ускорением темпов развития науки исключается консервация оригинальных, принципиально новых исследований, как правило, быстро подхватываемых другими исследователями*.

В. Оствальд указывал, что в конце XIX в. сложились такие взаимные отношения между наукой и техникой, которые имели весьма существенное влияние на процветание химии.

Успехи, например, Германии в техническом отношении обусловлены, по мнению Оствальда, преимуществами образования немецких химиков, причем эти преимущества лежат, главным образом, в научной стороне образования, а не в технической.

В. Оствальд подчеркивал, что при выборе тем для научных работ молодым химикам он исходил из «нужд интересов науки», так как он «имел время убедиться, что самые, казалось бы, отдаленные научные задачи в каком-нибудь пункте встречаются с нашей богато развитой промышленностью» [4, стр. 3].

* В. Оствальд при этом подметил и негативную сторону этого процесса. Он писал, что «современное быстрое развитие науки приносит с собой слишком поспешное опубликование результатов, и поэтому многие непрочные промежуточные ступени, которые при прежней более медленной работе исчезали, отслужив свою службу, в настоящее время проживают свою короткую жизнь в литературе на глазах у всех. Неприятнее всего то, что после их смерти им почти никогда не выдают формального свидетельства о смерти» [Основы физической химии, СПб., 1911, стр. 742].

На I Международном конгрессе монистов в Гамбурге 10 сентября 1911 г. Оствальд сделал доклад на тему «Наука». «Наука,— говорил он,— есть всемогущий инструмент, познающий природу». В настоящее время, указывал Оствальд, распространяется мнение, что наука, как организм, развивается в определенном порядке, от простого к сложному, что она представляет автономное образование с собственными регуляторными и ассимилятивными свойствами.

В. Оствальд сравнивал науку с организмом, в котором имеются более важные и менее важные клетки, но нет такой важной клетки, со смертью которой наука прекратила бы свое существование.

Результаты науки, помимо тех, которые внедрены в практику, «материализованы» в книгах, представляющих хранилище человеческих знаний и методов их достижения.

В. Оствальд особо подчеркивал социальную природу науки, ее генетическую связь с техникой. Отрыв науки от техники может лишить ее питательной среды, а технику — единственного руководства.

Тесная связь между наукой и техникой, по мнению Оствальда, подчеркивается еще и тем обстоятельством, что прогресс науки часто осуществляется людьми, деятельность которых протекает не в чистых сферах науки. Оствальд приписывал крупную роль организаторам, которые, как правило, «показывают пример слияния функций, что представляет исключительно сложную задачу».

В жизни человеческого общества, по утверждению Оствальда, действует «закон инерции», или «косности», под влиянием которого отклоняются всякие новшества в наших воззрениях, если они требуют, чтобы привычный нам проторенный путь мышления был покинут. Однако чем более богатое наследство получено человечеством от предыдущих поколений, тем быстрее идут процессы его культурного и общественного развития, в результате чего между двумя последующими поколениями существует такое различие, что они не понимают друг друга.

Таким образом, согласно Оствальду, в жизни человечества существует борьба между двумя началами: постоянством (косностью, обусловленной действием закона инерции) и тенденцией новаторского развития. Большинство же человечества находится под влиянием первого начала.

Если бы не существовало первого начала, то человечество, по словам Оствальда, стало бы игрушкой различных ветров жизни, но оно препятствует быстрому внедрению новых идей (и в этом отрицательное действие закона косности). Поэтому борьбу за осуществление новой идеи, как подчеркивал Оствальд, надо всегда вести с учетом того, что сделать это скачком невозможно, а неизменно требуется более или менее продолжительный период, в течение которого происходит привыкание соответствующих кругов человечества к этой идее. Функцию «внедрения» не может, как правило, выполнить автор новой идеи, и это представляет задачу организаторов, способности которых в значительной мере измеряются тем, в какой степени они оказываются в состоянии сократить срок привыкания людей к новым идеям.

Открытия и изобретения становятся важным фактором в жизни общества, когда они включаются в ее сокровищницу, что достигается деятельностью организаторов. Организаторов, добившихся практической реализации научной идеи, сделавших научное открытие достоянием культуры и фактором общественного прогресса, следует, по мнению Оствальда, ценить несколько не ниже, чем творцов данной идеи. Поле организаторской деятельности сложнее, чем поле исследования,—мысль, которую настойчиво и последовательно развивал Оствальд.

В. Оствальд, пожалуй, лучше большинства ученых своего времени понимал, что наука вошла в такую полосу своего развития, когда ее взаимные связи с техникой, производством и другими сторонами общественной практики стали столь разнообразными и интенсивными, что она сумеет успешно выполнять свои функции, если будет рационально решена проблема организации научных исследований и подбора научных кадров.

Роль научных понятий в развитии знаний

В. Оствальд рассматривал движение науки как переход от совокупности фактов к их системе, а затем к закону, который представляет высшую ступень познания данного фрагмента действительности, самая общая форма которого выражается всеобъемлющим понятием.

Законы находят в ряду явлений, которые ими охватываются, постоянные, не изменяющиеся величины, хотя бы

все остальные данные изменялись в возможных, законом выраженных, пределах. Они, эти постоянные, указывал Оствальд, как бы служат верстовыми столбами того пути познания, по которому шло человечество.

Одной из таких постоянных, например, является масса, которая остается неизменной в самых коренных изменениях, которым могут подвергнуться объекты внешнего мира, а именно: в химических процессах. Успех науки знаменуется открытием все более общих постоянных. Р. Майер, по мнению Оствальда, открыл в *энергии* самую общую постоянную.

Акцентируя внимание историков науки на конкретном анализе разнообразных научных явлений, Оствальд выдвигал на первый план проблему возникновения нового понятия.

Одним из важнейших моментов в историко-научном исследовании Оствальд считал не поиски того, кто из ученых впервые высказал тот или иной научный термин, а глубокий анализ генезиса и развития научных понятий.

Неизменно подчеркивая, что большинство ситуаций в науке характеризуется тем, что формой ее развития является создание нового научного понятия, которое само по себе, без дополнительного нахождения фактов, обуславливает подъем науки на новую ступень, Оствальд отмечал, что «вначале понятие неизбежно включает в себе элементы, которые для него несущественны или нецелесообразны и которые поэтому устраняются с течением времени» [5, стр. 319]. Процесс «очищения понятий» не имеет конца. В этой связи он выдвигал гносеологический тезис о недостижимости абсолютного в какой бы то ни было конечной форме. Данный тезис он рассматривал «как один из самых ценных выводов современной, исторически обусловленной теории познания».

В 1909 г. Оствальд в статье «Перспективы современного естествознания» выдвинул тезис о том, что наука о природе в настоящее время представляет не науку о бытии, а о развитии бытия, ибо все в мире развивается и изменяется. Поэтому центральным понятием этой науки является понятие развития, соответственно которому установленные законы рассматриваются не как абсолютные или неизменные. Оствальд писал, что «будет более соответствовать сущности вещей, если мы будем понимать всю совокупность явлений природы в том смысле, что ни одному

из известных законов мы не можем приписывать абсолютного характера и значения» [5, стр. 328].

Современная наука имеет задачей постоянно отвечать на вопрос: как произошло существующее? При этом уже наперед предполагается, что нигде не существует ничего неизменного. Следовательно, наиболее характерной чертой современной науки Оствальд считал эволюционный признак, признание развития как фундаментального свойства бытия. Эта точка зрения, по его словам, проникает в те науки (физика, химия), которые на первый взгляд лежат совершенно в стороне от идеи развития, имеют дело с законами, не подлежащими влиянию времени.

В. Оствальд различал две формы научной деятельности, связанные и дополняющие друг друга: открытие неизвестных еще соотношений и выяснение понятий новой области.

В этих понятиях «в соответственной форме выражается существенное содержание новых отношений».

Так, характеризуя работы Фарадея в области электрохимии, Оствальд отмечал, что не меньшей его заслугой, чем открытие законов электролиза, была разработка новых понятий (ион, анион, катион, электрод и т. д.), позволивших более ясно ориентироваться в новой области. По мнению Оствальда, в понятиях не только осмысливаются найденные результаты, но содержатся указания на направления и характер дальнейших исследований в данной области.

Необходимо, указывал Оствальд, определить, из какой сферы и круга идей выкристаллизовалось новое понятие, тщательно проанализировать «маточный рассол», найти в нем «крупинки» последнего и установить его связь с другими идеями и понятиями.

В. Оствальд проводил различие между созданием новой теории в старой области исследования и открытием совершенно нового круга явлений. В последнем случае, по утверждению Оствальда, решающая роль принадлежит дилетантам, имеющим «острый глаз», но относительно мало знаний. «Всякий раз,— пишет Оствальд,— как различные области науки начинают действовать друг на друга оплодотворяющим образом, первая работа пионеров должна быть произведена дилетантами. В самом деле, там, где еще нет «специальности», не может быть и «специалиста» [6, стр. 27].

Оствальд считал, что иногда «лучшая тактика для научного исследователя — знать возможно меньше о том, что другие сделали в этой области. Правда, такое отношение к делу лишь тогда плодотворно, когда человек работает в области, не разработанной еще или весьма малоработанной» [6, стр. 34].

Это соображение Оствальда в какой-то мере было верным для ранних ступеней развития науки, но вряд ли представляет «гарантии» успеха для работы в какой бы то ни было области современной науки.

Проблема противоречий в развитии науки

Проблеме противоречий в развитии науки Оствальд уделял большое внимание в своих историко-научных исследованиях. Противоречие, как необходимый момент развития науки и движущая сила этого развития, раскрывается Оствальдом при анализе истории крупных проблем науки и, соответственно, химии в целом.

Наиболее полно роль и значение противоречий в развитии науки прослеживается Оствальдом в его работе «История электрохимии».

Ведущая закономерность развития у Оствальда выступает как конфликт между теорией и новыми фактами. В некоторых случаях «теория» проходит мимо этого факта, не придает ему никакого значения, тогда как последующее развитие науки показывает, что правильное объяснение этого факта представляет ключ к решению всей проблемы.

«Если проследить судьбу всех, какие были до нашего времени, химических теорий, — писал Оствальд, — то обнаруживается следующее постоянное явление. Сначала развивается та или другая теория с целью выразить с помощью избранной схемы разнообразие известных химических соединений... Каждая теория более или менее полно выражает состояние науки своего времени. Но инвентарь науки подвержен непрерывному увеличению, а также и изменению, так что рано или поздно наступает такой момент, когда оба разнообразия: фактическое — опыта и схематическое — теории оказываются уже несоответствующими друг другу. Сначала пытаются большей частью сломить самые факты, если из теории, перспективы которой, вообще говоря, легче обозреть, чем факты,

нечего больше выжать. Но факты в конечном счете все-таки более способны к сопротивлению, чем все теории или, лучше сказать, чем их консервативные представители, и, таким образом, наступает необходимость либо расширить соответствующим образом старую теорию, либо заменить ее новой, более подходящей» * [8, стр. 111—112].

Анализ всех высказываний Оствальда относительно смены научных теорий, перехода от одной системы представлений к другой показывает, что он выделял два типа отношений между последовательно сменяющимися друг друга научными системами.

Первый тип специфичен для зрелой науки и характеризуется тем, что предыдущая система выступает как частный случай последующей. Второй тип характеризуется тем, что последующая система представляет радикальное преодоление предыдущей. Второй тип отношений, естественно, встречается тогда, когда существовавшая точка зрения была неверной и в ходе развития науки замещалась другой, адекватно характеризовавшей соответствующий круг явлений.

В. Оствальд подчеркивал, что смена точек зрения является процессом, тем быстрее завершающимся, чем радикальнее отношение новой позиции к старой.

Оствальд писал, что если в спокойное течение научного развития попадает новый факт большого значения, находящийся в радикальном противоречии с существующими представлениями, то это обстоятельство имеет далеко идущие последствия, вызывая значительные метаморфозы в науке.

Факты, ежедневно добываемые наукой, или непосредственно ассимилируются существующими теориями, т. е. получают интерпретацию в их «ключе», или, если они имеют с точки зрения этих теорий «отклонения», они

* Любопытно, что эта цитата Оствальда напоминает высказывание Бутлерова 19 сентября 1861 г. на химической секции 36-го Съезда немецких врачей и естествоиспытателей в Шпейере. Бутлеров в своем знаменитом докладе «О химическом строении вещества» говорил: «Новые воззрения обыкновенно бывают шире предшествующих; их предпочитают за то, что они смотрят на факты с новой стороны и указывают новые, до того не замеченные аналогии, но это не исключает верности прежних взглядов в границах относящихся к ним фактов. Жаль только, что новые теории или, лучше сказать, последователи их часто забывают справедливость этого замечания!» [9].

как инородные тела оседают на дно и находятся там определенное время, «покрываясь осадком».

Но новый факт большого значения расшатывает старую теорию и для его теоретического объяснения и объединения с ранее известным создаются новые гипотезы, конструируется новая теория. Этот процесс Оствальд называет кристаллизацией.

Лишь в редчайших случаях обстоятельства настолько благоприятны и силы кристаллизации нового строя идей настолько велики, что при первом же подходе получается чистый и устойчивый продукт.

Как правило, этот «продукт» включает в себя примеси из маточного рассола идей эпохи, из которых он возник, часто в таком количестве, что свойства главной субстанции этим перекрываются, и тогда требуется большее время для повторной «переплавки», чтобы исключить чуждый материал. Если и удастся с течением времени освободить «продукт» (т. е. теорию, систему представлений) от наиболее грубых примесей, то тем не менее опыт показывает, что этот процесс очистки не завершается и характеризуется асимптотическим приближением к конечной цели.

Наиболее трудно отделяются последние примеси, которые невозможно устранить обычными средствами. Процесс «кристаллизации» нового теоретического продукта идет до конца при полной перемене процедуры или средств кристаллизации, т. е. если происходит коренное изменение научного мировоззрения.

В. Оствальд неоднократно указывал, что новая теория содержит «реликтовые» элементы, что она отдает дань своей предшественнице в той форме, что включает в свой состав ее отдельные элементы, которые ей органически чужды и от которых она освобождается в ходе дальнейшего развития. Эту мысль Оствальд иллюстрировал рядом примеров из истории науки.

В развитии науки Оствальд отмечает наличие двух сменяющих друг друга периодов.

«Во время своего развития из описательной науки в рациональную,— писал Оствальд,— химия имела довольно правильную смену периодов..., в течение которых закономерно и непрерывно происходило накопление эмпирических сокровищ. Тихая работа лишь изредка нарушалась быстро устранявшимися различиями мнений.

Но зато, когда требовалось высказать обобщающие идеи для целей овладения и унификации этого материала, то лишь в редчайших случаях они были осчастливлены скорым благосклонным приемом» [10].

Для Оствальда понимание такой ситуации имело жизненно важное значение, ибо ему по «долгу службы» приходилось быть судьей «безумных» идей и гипотез, в частности, такой «абсурдной» теории, как теория электролитической диссоциации Аррениуса, которую он признал первым.

Из анализа взаимоотношений гипотезы и эксперимента, «несогласия» теории с фактами Оствальд делает практический вывод, особенно, по его мнению, важный для начинающего исследователя: «Ученый не должен успокоиться до тех пор, пока он не выяснит вполне, какое имеет значение такого рода несогласие. Если такое исследование заставит его совершенно разрушить столь прекрасно построенное теоретическое здание, пусть он об этом не жалеет: он получил лишь предостережение не строить негодное здание» [1, стр. 50].

Эти противоречия заложены в природе науки и представляют один из постоянно действующих стимулов ее движения. Оствальд считал одним из условий успеха науки теоретический подход к изучаемым объектам, принципиальные преимущества которого перед чисто эмпирическим несомненны, хотя эту «линию» в методологических работах он проводил недостаточно последовательно.

О значении теории Оствальд говорил неоднократно. Так, характеризуя влияние ионной теории на аналитическую химию, он отмечал, что в результате этого влияния произошла рационализация аналитической химии, которая в прежней своей форме была почти что одним собранием рецептов. Коренной переворот здесь произвела теория электролитической диссоциации, дав научное обоснование известным правилам и приемам анализа. По этому поводу Оствальд писал, что лучшая практика сводится к хорошей теории.

Сила теории, например теории электролитической диссоциации, по Оствальду, состоит в том, что теория уменьшает количество несвязанных между собой фактов и тем облегчает работу памяти, делает изучение более интересным и плодотворным.

Разработанная теория сообщает дедуктивный характер той области знания, стержень которой она составляет. Так, по мнению Оствальда, область электрохимии, изучавшая превращение химической энергии в электрическую, в результате работ Гельмгольца, Нернста и других ученых представляет «область естествознания, в значительной своей части ставшую дедуктивной. ...Опыту здесь поставлена одна задача: проверка правдивости дедукции» [1, стр. 203].

Рассматривая проблему возникновения нового в науке, Оствальд характеризовал изменения, которые при этом претерпевает наука.

Он указал, что новое, как правило, не затрагивает всю науку в целом, а радикальным образом преобразовывает какую-либо ее область, после чего устанавливается соответствие между этим новым в науке и тем, что сохранило свое значение из старого инвентаря науки.

«Возьмем, — говорил Оствальд, — одно из величайших таких изменений — замену теории флогистона кислородной теорией в химии. Поверхностному наблюдателю покажется, что после этой революции химия стала совершенно другой наукой. Если мы, однако, проследим это явление, изучая сочинения того времени, то убедимся в том, что рядом со страстными спорами по вопросу о горении остальные части химии продолжали спокойно развиваться в прежнем направлении, что методы анализа, сведения об отдельных веществах и их свойствах, технические применения и т. д. продолжали развиваться почти вне влияния этого спора. Когда, наконец, спор был решен в пользу кислородной теории, то весь остальной инвентарь науки просто был перенесен в новую химию, и — самое большее — нуждался только в другом обозначении, но не в новой переработке, для того чтобы образовать естественную составную часть реформированной науки» [11, стр. 15—16].

По вопросу о гипотезах в науке Оствальд стоял на позиции Майера, который первое свое знаменитое сочинение посвятил «друзьям свободного от гипотез воззрения на природу». Позже, как уже нами отмечалось, этой точки зрения придерживались Кирхгоф и Мах. Оствальд говорил, что «программа этого мировоззрения» наиболее полно и отчетливо выражена Майером: «Самое важное, если не единственное правило истинного естествоиспытателя

теля заключается в следующем: задача наша сводится к тому, что мы должны изучать явления прежде, чем искать объяснение их или ставить себе вопросы о высших причинах. Раз какой-нибудь факт известен нам со всех сторон, то именно этим он объяснен, и задача науки окончена» [11, стр. 151].

Согласно Оствальду, существуют такие результаты науки, которые остаются в течение долгого времени неизменными, и такие, которые имеют преходящий характер: какая же между ними разница? Ответ весьма прост: «законы природы долговечны, гипотезы преходящи» [11, стр. 156].

В. Оствальд различал в теории феноменологический и интерпретационный аспекты — законы и их объяснения, которые, по его мнению, имеют гипотетический характер. Инвариантным компонентом теории является ее феноменологический аспект, который входит в последующую теорию как ее частный момент.

Интерпретационный аспект, согласно Оствальду, имеет в значительной степени случайный характер, т. е. не вытекает с необходимостью из хода развития науки.

Особенно отчетливо этот тезис проявляется при анализе Оствальдом развития теории теплоты. Оствальд критикует допущение, что теплота есть род движения, потому что здесь якобы происходит сведение неизвестного (термических явлений) к известному (механическим явлениям). «Но вопрос, какие явления более известны и какие — менее, зависит не только от непосредственных свойств обеих областей, а от ряда всех случайностей, которые влияют на постепенный ряд наших знаний... Другими словами, если бы наши исследования раньше и более подробно касались не механики, а теплоты, мы чувствовали бы склонность писать книги под заглавием: «Движение, как род теплоты», на что мы имели бы столько же прав, как и в обратном случае» [11, стр. 153]. Признавая в основном, что развитие науки имеет закономерный характер, Оствальд в предыдущем случае выступает против своей же точки зрения, проявляя известную непоследовательность.

Одной из закономерностей развития науки является определенная последовательность в изучении разных областей действительности, различных форм движения: успехи в изучении элементарных форм движения пред-

шествуют получению сколько-нибудь значительных результатов в исследовании более сложных областей знания. Мысль, развиваемая Оствальдом в сослагательном наклонении («если бы развитие теплоты предшествовало развитию механики, то движение рассматривалось как род теплоты»), лишена историко-логического основания.

Объективную историко-научную концепцию Оствальд приносит в жертву всякий раз, когда заводит речь об атомной теории, ее логических основаниях и исторической роли. Глубоко ошибочная позиция Оствальда по этому вопросу приводит его к отходу от прогрессивной историко-научной точки зрения в пунктах «контакта» атомной теории с историко-научной проблематикой.

Классификация наук

Вопросам классификации наук Оствальд уделял много внимания. В различные годы им было предложено несколько вариантов классификации.

Первый вариант был создан Оствальдом в 1904 г. на основе принципа, согласно которому постулируется односторонняя связь между науками различной степени общности, т. е. конкретные науки, имеющие предметом исследования какой-то области превращения определенной энергии, опираются на науки более общие.

В построении систематики наук у Оствальда большое значение приобрел формально-логический постулат об обратной связи между объемом и содержанием научных понятий.

«В 1884 г., когда я бился над приведением в порядок в то время еще совершенно необозримого материала по физической химии, — писал Оствальд, — меня поразило открытие, что различие наук обусловлено не столько различием объектов, которыми они занимаются, сколько различием *вопросов*, с которыми они учат подходить к этим предметам... Науки различаются не по тем предметам, которые они разрабатывают, а по тем сторонам или особенностям предмета, на которые они обращают внимание или к которым обращаются с вопросами. Определенный *предмет* может быть рассматриваем различными науками (в различных отношениях), но определенный *вопрос* может быть поставлен только *одной наукой*» [5, стр. 143, 200].

В. Оствальд отмечал, что развитие всех наук совершается в таком направлении: с одной стороны, отыскивается все больше и больше особых постоянных комбинаций, которые имеют локальный характер; с другой стороны, достигаются все более широкие соотношения, связывающие такие элементы, которые раньше вообще и не пытались соединить. Таким образом, увеличивается число наук, причем одни из них имеют более частный характер, другие отличаются широким охватом «элементов», связи между которыми они устанавливают. Оба свойства в известном смысле противоположны друг другу. Чем проще комплекс, т. е. чем меньше в нем соединено составных частей, тем чаще он встречается, и наоборот. Исходя из этого, все науки можно расположить в таком порядке, начиная с наименьшего многообразия и наибольшего объема и кончая наибольшим многообразием и наименьшим объемом. Следовательно, основу оствальдовской классификации наук составил так называемый закон формальной логики об обратном отношении между объемом и содержанием понятия» [12].

С этой точки зрения наука, стоящая в начале ряда, содержит наиболее общие, а потому и более бедные понятия, и, наоборот, наука, находящаяся в конце этого ряда, содержит наиболее частные, а потому наиболее богатые содержанием понятия.

Классификация наук, предложенная Оствальдом в 1904 г., имела следующий вид:

1. Учение о порядке	}	Математика
2. Учение о числах, арифметика		
3. Учение о времени		
4. Учение о пространстве, геометрия		
5. Механика	}	Энергетика
6. Физика		
7. Химия		
8. Физиология	}	Биология
9. Психология		
10. Социология		

В этой классификации не нашлось места для философии. Оствальд считал, что различные разделы философии сливаются с другими науками. «Одну часть ее, логику,

мы находим в самом низу,— пишет он.— Теория познания должна была бы быть помещена в психологии, так как ее выводы представляют прямой результат приложения физиологии чувства к психическим явлениям. Этика, философия права и т. д. признаны уже составными частями социологии, или науки о культуре» [5, стр. 204—205].

«Переходные» науки Оствальд трактует как скомбинированные попарно различные виды энергии. Так, физическая химия, которую, как он пишет, можно поставить между физикой и химией, основывается на основе изучения комбинации двух видов энергии — физической и химической.

Различие между «чистыми» и прикладными науками Оствальд усматривал в том, что первые имеют дело с понятиями и законами, а вторые — с применением этих законов. Прикладные науки, если им приходится прибегать к объяснению, используют для этой цели результаты «чистых» наук.

Так, астрономия, по Оствальду, представляет прикладную науку, которая основывается на механике, на оптике и на химии.

Оствальдовская классификация наук в основном построена на тех же принципах, что и у О. Конта*.

Отношение к системе Конта Оствальд характеризует так: «Когда я 30 лет назад начал без какого-либо систематического изучения философии и ее истории суммировать свои общие идеи о культуре и науке в виде моих лекций по натурфилософии, просматривая внимательно несколько раз сведения из этой области, я обнаружил, что многие мои отдельные мысли, в особенности необходимая мне система упорядочения науки, обнаружили очень близкое родство с соответствующими идеями О. Конта» [13, стр. 1].

Одобрив контовскую систему наук и ее обоснование, Оствальд писал: «Значение этой капитальной идеи труд-

* Проблема классификации наук занимает в системе О. Конта большое место. Принцип классификации наук должен, как утверждал Конт, «вытекать из изучения самих классифицируемых предметов и определяться действительным сродством и естественными связями, которые между ними существуют» [13, стр. 26]. Исходя из этого принципа, Конт располагал науки по убывающей общности и возрастающей сложности.

но переоценить. Тем самым была принципиально решена проблема, поставленная еще Аристотелем, и которой занимался в течение всей своей жизни Лейбниц, а именно — систематика всех понятий, которые вообще мыслимы и возможны» [13, стр. 4].

После ознакомления с системой Конта, в частности с его классификацией наук, Оствальд посчитал нужным откорректировать свою классификацию. Важнейшим улучшением, по словам Оствальда, является то, что он ввел в свою систему «логику и притом поставил ее на первое место. Точно так же более определенную характеристику получила на другом конце схемы культурология» [5, стр. 148].

Вместо социологии, которая замыкала его ряд наук, он предложил ввести культурологию, представляющую более широкую науку о культуре, обнимающую, по его словам, область социальных отношений.

Новый вариант системы «чистых» наук (1909 г.) Оствальда имел следующий вид:

I. *Основные науки.* Основное понятие — порядок.

1. Учение о разнообразии и логика;
2. Математика;
3. Геометрия и фономия.

II. *Физические науки.* Основное понятие — энергия.

4. Механика;
5. Физика;
6. Химия.

III. *Биологические науки.* Основное понятие — жизнь.

7. Физиология;
8. Психология;
9. Культурология.

Полагая, что основой наук являются понятия, Оствальд считал, что систематика понятий дает систематику самой науки. В связи с этим он выдвигает мысль о создании таблицы элементарных понятий, не подлежащих дальнейшему расчленению, представляющих составные части всех сложных понятий.

Такая таблица, заявляет он, «чрезвычайно облегчила бы составление рациональной таблицы наук. Но она не может быть составлена до тех пор, пока мы не выясним законов соединения понятий» [5, стр. 195].

Проблему разложения сложных понятий на более простые, а затем элементарные, Оствальд рассматривал в «Натурфилософии»: «В конце концов мы дойдем, однако, до таких понятий, которые далее разлагать невозможно. Эти понятия мы будем называть элементарными понятиями, или элементами понятий» [11, стр. 56].

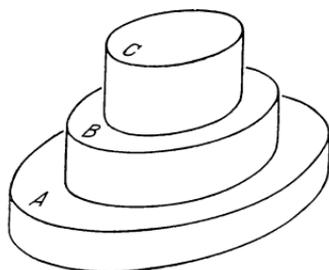
Как в химии понятию химического элемента предшествовало понятие «чистого вещества», так при анализе понятий надо раньше установить частные понятия и только затем перейти к систематическому анализу их. Этими частными понятиями являются понятия, созданные различными науками, резко разграниченные друг от друга и точно определенные по своему объему и содержанию.

К вопросам классификации наук Оствальд возвращается в 20-х годах. В 1929 г. в книге «Пирамида наук» [14] он предложил еще один вариант своей классификации. Здесь Оствальд вновь подчеркивал, что можно установить классификацию наук только тогда, когда приведены в порядок понятия. Если группу наиболее общих элементарных понятий можно обозначить через A , группу понятий несколько меньшей общности через B и т. д., то B должна входить в группу A , так как, согласно определению, A имеет предельно общий характер. Это определяет разделение B на две подгруппы, которые можно обозначить как BA и BB , соответственно, для C — подгруппы CA , CB , C и т. д. Классификационная схема для этого варианта такова:

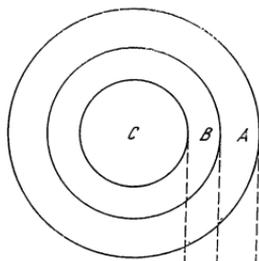
				E
			D	ED
		C	DC	EC
	B	BB	DB	EB
A	BA	CA	DA	EA

Каждое понятие обладает своим объемом и содержанием. Под объемом Оствальд понимает сумму (число) отдельных вещей, охватываемых этим понятием. Под со-

держанием — сумму отдельных свойств. Оба эти свойства находятся в обратном отношении друг к другу; чем меньше содержание понятия, тем больше его объем. Наиболее общее понятие *A* имеет минимальное содержание и максимальный объем. Оствальд изобразил это такой пирамидой:



Ступень *A* (самая низкая) обнаруживает наибольший объем и наименьшую высоту в соответствии с наименьшим содержанием. За ней следует ступень *B*, обладающая уже меньшим объемом, но несколько большей высотой и т. д. Оствальд поясняет, что каждую ступень нужно представить как доведенную до самого низа, так что вся пирамида оказывается состоящей из вставленных друг в друга полых цилиндров, или трубок.



В том же 1929 г. проблемы классификации Оствальд рассмотрел в работе: «Исследовательские институты, их история, организация и цели», где сформулировал общую задачу науки: «Сущность и признак науки — рациональное предсказание... наука выступает как многообразная сеть законов природы» [15, стр. 3].

Поскольку знание о предмете растет благодаря раскрытию в нем новых закономерных соотношений, происходит дальнейшее обогащение понятия. Это положение Оствальд иллюстрирует на примере понятия энергии, содержащего закон сохранения и превращения этой величины: «Чем больше мы открываем закономерных соотношений, касающихся энергии, тем богаче будет содержание этого понятия» [15, стр. 9].

В. Оствальд отмечал два обстоятельства, характеризующие «подъем» науки в пирамиде: во-первых, возrastание роли индивидуального и соответственно уменьшение значения общего и закономерного, во-вторых, отсутствие понятия времени в науках, находящихся в нижней части пирамиды, появление этого понятия в энергетических науках и повышение его роли в науках, которые на пирамиде находятся выше наук о неживой природе. Науки о неорганической природе рассматривают историю Земли, Солнечной системы и Вселенной, а науки о живом — общую историю живых существ и развитие отдельных живых существ.

Ценность составления рациональной классификации, как справедливо подчеркивал Оствальд, возрастает в связи с дальнейшим дроблением наук и ростом узкой специализации работников науки: классификация раскрывает связи и отношения, которые существуют между отдельными науками, и позволяет обзирать все «поле» науки, что представляет одно из средств (конечно, не радикальное, но нужное) для преодоления последствий узкой специализации в науке.

Истоки науки о науке

В. Оствальда глубоко интересовали проблемы логического и социального статусов науки. Его отличало глубокое понимание места науки в жизни современного ему общества. Как менялась роль науки в истории общества, какие причины обусловили то значение, которого она достигла, и каковы тенденции развития науки — вот вопросы, которые обсуждал Оствальд.

Всякое изучение прошлого не имеет никакого смысла, указывал Оствальд, если оно бесполезно для будущего.

В. Оствальд считал совершенно необходимым показать «муки рождения» нового в науке, раскрыть, что ему способствовало и что мешало, выявить объективные и субъективные стороны этого крайне сложного и противоречивого процесса.

Все стороны «бытия» науки — от процесса создания в ней наиболее общих и абстрактных конструкций до эволюции форм ее организации и отношений между людьми в научном коллективе, т. е. весь круг вопросов, составляющих основное содержание формирующейся сейчас науки о науке, находился в сфере внимания Оствальда, был предметом его исследований.

Обращение Оствальда к изучению указанного комплекса вопросов имело в своей основе не академические мотивы, а преследовало практическую цель — мобилизовать необходимые знания и средства исследования для того, чтобы знать, как эффективно воздействовать на процесс развития науки, чтобы найти рычаги, с помощью которых можно будет его регулировать.

Поэтому нет ничего удивительного в том, что основная задача науки о науке, которую один из ее наиболее выдающихся современных представителей — Д. Бернал формулирует так: «Наука должна познать и самое себя» [16], больше 50 лет тому назад была выдвинута Оствальдом: «Подвергнуть научному анализу саму науку» [3, стр. 69].

Человечество, как и отдельный человек, заглядывает в будущее, говорил Оствальд, стремится предсказать его с той или иной степенью достоверности. История знает много «способов предсказываний», эффективность которых была нулевой. Но с какого-то момента человечество получило в свое распоряжение все более совершенствующееся средство для этих целей: имя этому средству — наука.

В чем сущность науки? На этот вопрос имеется целая гамма разнообразных ответов. Оствальд указывал, что и он на протяжении своей жизни давал разные ответы на этот вопрос. «Наука должна дать нам в руки нужные средства, правильно указать курс нашему кораблю, — писал Оствальд, — чтобы он мог с наибольшей вероятностью добираться до тех областей, где имеются огромные ценности. Для этой цели совершенно необходимо разработать науку о науках. Не отдельные вопросы ма-

тематики или химии являются предметом этой науки, а вопросы о законах развития наук, независимо от их содержания» [16а, стр. 285].

В. Оствальд указывал на те элементы, из которых должна сложиться новая наука,— это история отдельных наук и философия (последняя раскрывает способы формирования понятий, а в первой, т. е. в истории отдельных наук, с этой точки зрения наибольший интерес представляют соответствия в ходе их развития). В. Оствальд сравнивал науку с организмом, который постоянно определяет собственное содержание и пути развития. Поэтому наука как организм осуществляет функции саморегуляции. Но всякий регулятор, отмечает Оствальд, работает с известным замедлением, что определяет периодические колебания саморегулирующейся системы около «среднего» ее состояния. Специфика науки состоит в том, что эти средние состояния не независимы от времени. Изменения науки происходят только в сторону ее прогресса, увеличения ее объема и содержания, а не наоборот, поэтому ее «средние состояния» сдвигаются в указанном направлении [16а, стр. 292].

К анализу роли науки в жизни человеческого общества Оствальд подходил исторически, рассматривая изменения, которые в этом плане произошли на последовательных сменяющихся этапах ее движения.

В. Оствальд отмечал, что превращение науки в важнейший институт общества произошло во второй половине XIX в. и что это явление имеет тенденцию к дальнейшему углублению. Наука перестала быть монополией замкнутых каст; она вошла, по словам Оствальда, в «общее сознание народов и все сильнее превращается в общее достояние культурного человечества» [3, стр. 67]*.

«Взгляд, что в состязании народов развитие отечественной науки играет несравненно более важную роль, чем сооружение военных кораблей и содержание армий,— писал Оствальд,— проникает во все более широкие круги передовых людей всех наций и повлечет за собой соответствующие последствия скорее, чем можно подумать» [3, стр. 366].

* Из всех человеческих институтов, указывал Оствальд, «наука является наиболее интернациональной».

Эти строки писались до первой мировой войны. Особую силу эта мысль приобрела в настоящее время, когда наука превратилась в могущественнейший фактор жизни человеческого общества.

В. Оствальд, следовательно, задолго до того как наука стала важным предметом государственной политики, предвидел тенденции ее развития и отмечал все растущее ее влияние на различные области человеческой жизни. Вот поэтому он считал нужным изучить законы ее движения и характер ее связей с различными формами деятельности людей.

Историк науки

Интерес к истории науки у Оствальда появился еще в студенческие годы под влиянием профессора Шмидта, читавшего в Дерптском университете курс истории химии. Самое существенное, что вынес юноша из этого курса, было то, что он научился видеть в великих ученых живых людей, которые «не находятся на недостижимой для разума и понимания бедного смертного высоте». Интерес к истории науки у Оствальда был прежде всего связан с выяснением закономерностей развития науки, с изучением процесса творчества ученых.

По мнению Оствальда, занятие историей науки целесообразно в том случае, если оно приносит пользу обществу. «Цель историка науки определяется тем,— говорил Оствальд,— что история наук дает лучший и наиболее надежный материал, на котором могут быть изучены закономерности в развитии человечества» [1, стр. 22].

«Все науки,— писал Оствальд,— включая сюда величайшие и наиболее абстрактные их проблемы, мы изучаем с той целью, чтобы с большей уверенностью предвидеть будущее... Эта способность предвидеть будущее есть самое важное свойство, которым человек обладает... Господами прошлого мы никоим образом стать не можем: оно совершенно не может быть изменено и недоступно никакому воздействию с нашей стороны. Мы можем воздействовать только на будущее, и если нам приходится позаботиться о сохранении нашей жизни и о защите или устранении вредных на нас воздействий, мы должны иметь в виду только *будущее* воздействие такого рода» [11, стр. 18—19].

В. Оствальда как историка науки, следовательно, интересовали общие вопросы, связанные с изучением важнейших этапов развития науки в целом, и химии в частности, основных черт и закономерностей этого процесса. Изучать историю науки, чтобы судить о ее настоящем и будущем,— лейтмотив историко-научных трудов Оствальда.

В работах Оствальда по истории науки можно выделить три главных направления: 1) рассмотрение исторического процесса развития химии в учебной литературе; 2) исследование истории отдельных проблем и направлений физической химии; 3) публикация научных трудов выдающихся ученых и изучение психологии их творчества.

В. Оствальд характеризует не только современное состояние химической науки, но и раскрывает внутреннюю логику ее развития. Свою позицию Оствальд выразил в следующих словах: «Я чувствовал на основании моих юношеских воспоминаний (которые доставили мне гораздо больше оснований для трактования предмета, чем мой позднейший педагогический опыт) немалую трудность задачи изложения количественных стехиометрических законов. Эта задача была решена при помощи исторического рассмотрения... Для меня было в высшей степени поучительным найти новое подтверждение высказанного мною двадцать лет тому назад убеждения, что логический ход развития науки очень близко совпадает с историческим» [17].

Эта точка зрения ассоциируется со словами Энгельса, считавшего, что логическое «представляет собой не что иное, как отражение исторического процесса в абстрактной и теоретически последовательной форме; отражение исправленное, но исправленное соответственно законам, которые дает сам исторический процесс»*.

В 1883—1884 гг., подготавливая первое издание «Учебника общей химии», Оствальд заинтересовался историей электрохимии. На страницах своего учебника он изложил основные моменты истории развития электрохимии с конца XVIII в. до 80-х годов XIX в. Этот материал его настолько увлек, что он решил более подробно изучить развитие электрохимии. Ознакомившись с рабо-

* К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 13, стр. 497.

тами Вольта, Дэви, Риттера, Берцелиуса, Фарадея, он подробно представил эволюцию электрохимии в книге «Электрохимия. Ее история и учение», опубликованной в 1895 г. Это одна из первых и лучших монографических работ Оствальда по истории химии, содержащая богатый фактический материал. Оствальд привел пространные выдержки из классических работ названных ученых. Интересны обобщения Оствальда в заключительных частях каждой главы.

В 1910 г. Оствальд написал популярную историю электрохимии, в которой в ясной форме рассказал о путях развития электрохимии*.

Интерес представляет оствальдовский анализ пути, приведший к созданию теории гальванического элемента. Оствальд анализирует работы Риттера, в концепции которого основным был тезис о том, что причина образования электрического тока в вольтовом столбе — химическая реакция, что представляло антитезу контактной теории Вольта. Оствальд проследил перипетии борьбы между контактной и химической теориями происхождения электричества, продолжавшейся в течение всего XIX в. В этом плане он рассмотрел работы Дэви, Фарадея, Даниэля, Нернста и других электрохимиков. Оствальд показал, что развитие электрохимии характеризуется определенными ступенями, каждая из которых отличается своей проблематикой, способами и средствами их решения. Из решения определенных проблем вытекали другие проблемы, неразрывно связанные с теоретическими представлениями и методами. Развитие шло по спирали, т. е. возвращение к проблемам происходило «каждый раз на более высоком уровне». «Точки роста» возникли в местах, где остро проявились конфликты между теорией и фактами.

Готовя к печати «Учебник общей химии», Оствальд ясно осознавал, как он писал позднее, что «бесконечные явления, которые представляются нам в настоящее время новыми, были предметом размышлений и опытов прежних исследователей и, с другой стороны, в старой литературе заключены бесконечные наблюдения и мысли, которые могут воскреснуть к новой жизни» [10, стр. VII].

* Эта книга была переведена в 1911 г. на русский язык.

Чтобы ознакомить современного читателя с классическими трудами великих ученых прошлых поколений, Оствальд считал необходимым появление новых изданий и переводов сочинений классиков. Переиздание произведений классиков естествознания через несколько десятилетий, в иных случаях даже через несколько столетий после первого появления должно, по мнению Оствальда, принести пользу современному читателю, ибо в этих произведениях — поучительный путь научных поисков, судьба давних идей. Они — эти тексты — памятники минувших эпох в развитии научной мысли, содержащие реальное ее движение, — вводят в лабораторию творчества ученого.

Знакомство с трудами классиков науки полезно и в том отношении, что в их исследованиях можно найти мысли и указания, актуальные и для сегодняшнего дня. История науки показывает, что для полной реализации богатейшего наследия великих умов требуется длительное время.

Как уже отмечалось, в 1889 г. Оствальд основал знаменитую серию «Классики точных наук» (*Klassiker der exakten Wissenschaften*, с 1893 г. серия издавалась учителем Оствальда Эттингеном). Серия началась с публикации классической работы Г. Гельмгольца «О сохранении силы», впервые опубликованной в 1847 г.

В 29-м выпуске (1891) «Классиков науки» были опубликованы труды родоначальника химической кинетики Л. Вильгельми, в работе которого по изучению инверсии тростникового сахара (1850) было впервые сформулировано понятие о скоростях химических реакций и открыт закон скорости мономолекулярного превращения. Работа Вильгельми была издана с предисловием Оствальда, где он отмечал, что эта работа пролежала забытой почти четверть столетия и по достоинству была оценена лишь после начала бурного развития химической кинетики. Данная работа не получила резонанса и не вызвала к жизни потока исследований по тем причинам, что она появилась на самой заре развития химической статистики, становление которой было необходимым условием для последующего развития химической кинетики. Оствальд писал, что имя Вильгельми оказалось неизвестным не только в тех кругах, где незнание таких имен, как Коперник, Ньютон, считается признаком немислимой необ-

разованности, но даже среди химиков, активно и успешно работающих в своей области.

Ряд выпусков серии «Классики точных наук» был посвящен основателям атомно-молекулярного учения. Так, 3-й выпуск (1889) содержал работы Дальтона и Волластона — по химической атомистике; 8-й выпуск (1889) был посвящен работам Авогадро и Ампера, которые легли в основу молекулярной теории; 30-й выпуск (1891) содержал выдержки из лекций по теоретической химии С. Канниццаро, посвященных, главным образом, развитию атомно-молекулярного учения; 35-й выпуск содержал работы Берцелиуса 1811—1812 гг. по изучению состава неорганических соединений; 42-й выпуск (1893) был посвящен работам Гумбольдта и Гей-Люссака по установлению объемных законов газов. Как эти, так и некоторые другие выпуски серии «Классики науки» содержали, следовательно, фундаментальные работы основателей атомно-молекулярного учения*.

С 1889 по 1932 г. вышло 232 выпуска**. Основание этой серии — крупная заслуга Оствальда. «Классики точных наук» значительно содействовали распространению и популяризации трудов великих ученых. В этой серии опубликованы труды ученых различных стран. Из русских ученых в «Классиках точных наук» опубликованы труды М. В. Ломоносова, Д. И. Менделеева и Г. И. Гесса.

В январе 1905 г. В. Оствальд получил из России письмо и только что вышедшую книгу Б. Н. Меншуткина «М. В. Ломоносов как физико-химик» (СПб., 1904), а также его статью на эту тему; книга и статья заинтересовали Оствальда [18].

28 января 1905 г. Оствальд писал Б. Н. Меншуткину: «Я нахожу Ваши сообщения весьма интересными. В журнале физической химии из-за избытка материала для них не найдется места, но я мог бы предложить Вам на-

*Нельзя здесь не отметить того глубокого противоречия, которое проявлялось между этими трудами «классиков точных наук» и выступлениями Оствальда по энергетизму. Исследования классиков опровергали энергетическую концепцию Оствальда.

** После смерти Оствальда (1932) издание этой серии продолжил его сын Вольфганг Оствальд. Он довел ее до 247-го выпуска. Затем несколько лет был перерыв в издании, которое возобновилось в 1959 г. в ГДР и в ФРГ с 1965 г.

Ihr gelehrter Herr College: Ich kenne Herrn Speder
und seine Leistungen nicht und fand es daher
nicht nöthig, auf seinen Wunsch, ihm einen Vorleger
zu schaffen, zu reagieren, denn um einen vielbe-
achteten Menschen wie mich in Anspruch zu nehmen,
solte man doch etwas mehr Gründe haben. Ich
glaube nicht, dass gegenwärtig das Lomonosow
Buch auf irgendwelche erhebliche Theilnahme im
deutschen Publicum rechnen darf. Wenn Sie nach
dem Erscheinen der grossen Ausgabe wieder einen
Kürzeren Bericht in die deutsche Presse gelangen
lassen, wird ~~er~~ vielleicht der Boden allmählich vor-
bereitet. Ihr ganz ergebener W. Ostwald

Фотокопия письма В. Оствальда Б. Н. Меншуткину (1905)

печатать их в моих «Анналах натурфилософии», для которых статья очень хорошо подошла бы и по содержанию. С глубоким уважением — В. Оствальд» [19].

В том же 1905 г. статья Меншуткина «Ломоносов — первый русский химик и физик» была опубликована в журнале Оствальда [20].

В 1910 г. в серии «Классики точных наук» были опубликованы физико-химические работы Ломоносова [21]. В этот сборник вошли полностью «Элементы математической химии» и выдержки из статей: «Рассуждения о нечувствительных физических частицах», «Размышления о причинах теплоты и холода», «Опыт теории упругой силы воздуха», «Слово о пользе химии», «Курс истинной физической химии». Сборник много лет служил основным источником, из которого зарубежные ученые черпали сведения о работах Ломоносова по химии и физике. Во время подготовки этого сборника к печати Б. Н. Меншуткиным и М. Шпетером (немецким химиком и историком химии). Оствальд работал над книгой «Великие люди». В ней Оствальд писал, что «если

бы он (Ломоносов.— *Авт.*) вырос в благоприятных условиях, то из него, вероятно, тоже вышел бы исследователь высшего порядка, ибо его сочинения содержат много оригинальных и правильных мыслей, экспериментально доказать которые у него не было времени» [2, стр. 311—312]. Это суждение не совсем верно. Но это мы можем сказать сейчас, когда всесторонне изучены научное наследие и жизнь Ломоносова.

В. Оствальд высоко ценил труды Г. И. Гесса — одного из основателей термохимии. В своем «Учебнике общей химии» о термохимических исследованиях Гесса, опубликованных в «Классиках точных наук» (№ 9) в 1890 г., Оствальд писал: «В этой работе, отмеченной гением, мы видим общий план развития современной термохимии; последующие исследования должны осуществить программу, намеченную здесь» [22].

В 1893 г. в «Классиках науки» (№ 68) были опубликованы классические статьи Д. И. Менделеева и Л. Мейера по периодическому закону*.

«Эволюция основных проблем химии»

Осенью 1905 г. в Технологическом институте в Бостоне и несколько позднее в Колумбийском университете Оствальд прочел серию лекций по истории развития основных идей и понятий научной химии. Эти лекции он собрал и опубликовал в книге «Путеводные нити в химии» (первое немецкое издание вышло в 1906 г., второе —

* 16 августа 1893 г. Л. Мейер писал Д. И. Менделееву: «Оствальд желает перепечатать в своих «Классиках» труды, важные для развития естественной, или периодической системы элементов, и попросил меня позаботиться об этом издании... От Вас сейчас я хочу получить разрешение на переиздание Вашей статьи («Соотношение свойств с атомным весом элементов». — *Авт.*), опубликованной в первом томе «Журнала русского химического общества», перевод которой был недавно мною получен при содействии Бейльштейна, а также статьи («Периодическая законность для химических элементов». — *Авт.*), находящейся в 8-м, дополнительном томе *Анналов Либиха (Annalen d. Chem. u. Pharm. Supplementband VIII, N. 2, S. 133—229, 1872. — Авт.)*. Эта последняя статья будет заключительной, и здесь я рассчитываю добавить только об оправдании Ваших предсказаний открытием галлия, скандия и германия» [23].

в 1907). В 1908 г. появился русский перевод книги «Путеводные нити в химии», а через год, в 1909 г., вышел перевод этой книги со второго немецкого издания под названием «Эволюция основных проблем химии» [8]. В семи главах этой интересной книги Оствальд рассмотрел логическую последовательность развития следующих проблем химии: учение об элементах, соединительных весах и атомах, газовые законы и молекулярная гипотеза, изомерия и строение органических соединений, а также такие разделы физической химии, как: электрохимия, сродство, химическая динамика. Почти в каждой из глав можно встретить оригинальные оценки и суждения. Приведем в качестве примера некоторые выдержки из книги Оствальда. Так, характеризую алхимический период развития химии, Оствальд писал: «Мы привыкли теперь свысока и даже с презрением смотреть на экспериментальные попытки средневековых ученых осуществить это превращение (неблагородных металлов в золото. — *Авт.*), как на какое-то невообразимое заблуждение. Но на это мы имеем так же мало права, как, например, по отношению к современным попыткам искусственного получения белков. Ведь теоретическая точка зрения того времени была именно такова, что любому веществу подходящими операциями можно придать любое свойство, подобно тому как теперь мы считаем возможным соединить каждый элемент с каждым из других. Невыполнимость такого превращения одного металла в другой выяснилась только в результате опыта нескольких столетий. Но эта невозможность — только опытный факт и, как таковая, не имеет ничего общего с логическими, априорными доводами. Искусственное получение золота для науки того времени было просто технической проблемой, какой для нашего времени является искусственное получение бриллиантов» [8, стр. 5].

По этому же поводу Оствальд писал в другой книге: «Сами по себе такие старания не бессмысленны, так как химические превращения могут привести к самым разнообразным изменениям веществ. Но вследствие закона сохранения *элементов* золото не может быть получено искусственно, потому что оно само есть элемент. Сходная с этим задача получения алмазов, наоборот, не только не бессмысленна, но даже вполне разрешима с точки зрения этого самого закона, так как алмаз и обыкновен-

ный уголь состоят из одного и того же вещества, именно из элементарного углерода» * [11, стр. 210].

Химия как наука, по мнению Оствальда, возникла в конце XVII в., когда Бойль «высказал и обосновал положение, что в качестве элементов надо рассматривать не *свойства*, а *вещества*» [8, стр. 6].

Изучение строения химических соединений образовало «предмет главного обсуждения в химии» тогда, когда стало известным значительное количество органических соединений сложного и разнообразного состава, т. е. с 40—50-х годов XIX в. «Пока химия знала по преимуществу только более простые соединения, вряд ли мог и явиться вопрос о строении» [8, стр. 82],— справедливо отмечал Оствальд. Он писал также: «Я надеюсь, что благодаря моему способу общего рассмотрения и изложения, в котором на первый план гораздо более, чем исследования отдельных фактов и их практические применения, выступает постепенное формирование и очищение общих понятий, мне удастся внести посильный вклад не только в историю химии, но и в историю науки вообще» [8, стр. V]. С этими словами нельзя не согласиться.

В 1909 г. Оствальд издал уже упоминавшуюся книгу «Великие люди», которая представляет собой не только этюды по психологии научного творчества, но имеет большое историко-научное значение. В ней содержатся характеристики определенных периодов в истории естествознания и биографии ряда крупнейших ученых XIX в.

В своих обобщающих монографиях Оствальд стремился осветить не только основные звенья в общей цепи развития химии, но и выявить некоторые тенденции и закономерности в эволюции химии.

В. Оствальд отмечал, например, такую характерную черту развития химии и физики — чем ближе к современности, тем больше увеличиваются *масштаб* эксперимента и разрешающая способность аппаратов и приборов, позволяющих перейти *порог*, доступный простому наблюдению, и тем самым открыть качественно новые явления.

В конце XIX в. химия, по мнению Оствальда, встала на путь превращения в точную науку, подобную более

* Как мы знаем, эта проблема сейчас решена в технически полезной форме. Получение искусственных алмазов приобрело в настоящее время важное промышленное значение.

зрелым наукам, таким, как механика и физика. Это — путь создания принципов и ясного формулирования фундаментальных положений, на которых покоится все здание науки*. «За последние годы в соответствии с философским направлением нашего времени подобные стремления проявились с новой силой... Целью этих исследований является отыскание конечных истин в их взаимной связи, которые лежат в основе всякого дальнейшего научного исследования, и взятый курс состоит не в построении аналогий и гипотез, а в логическом анализе понятий и в регистрации самых общих фактов опыта, обобщением которых являются понятия» [24].

Наряду с определенными достоинствами, работы Оствальда по истории химии, особенно обобщающие, содержат ряд существенных недостатков, заключающихся в том, что в оценке ученых и событий прошлого проглядывает энергетическое мировоззрение автора.

Здесь мы видим, какое вредное влияние оказала ошибочная философская концепция на оценку исторических фактов.

Отрицательное отношение Оствальда к атомистике, естественно, не могло не снизить ценности его историко-научных исследований, в которых в ряде случаев проглядывает субъективная точка зрения в оценке роли отдельных фактов и открытий и соответственно роли их авторов.

Антиатомистическая позиция Оствальда мешала ему объективно представить эволюцию атомно-молекулярного учения, теорию химического строения и другие открытия и концепции, связанные с изучением атомов и молекул. То, что прогресс органической химии был связан с атомистической гипотезой, по его мнению, является «исторической случайностью, безусловную необходимость которой вовсе нет нужды ни принимать, ни даже допускать» [8, стр. 117].

* Интересна мысль Оствальда о том, что науки, которые имеют своим предметом сложные явления, будут отставать в развитии от наук, предметом которых являются более простые явления. «Конечно,— писал Оствальд,— вследствие своего более богатого и более специального содержания химия отстает от физики в своем развитии в рациональную науку и всегда будет отставать, точно так, как сама физика отстает от астрономии или математики».

Труды Дальтона, Авогадро, Бутлерова, Кекуле и других химиков-теоретиков XIX в. Оствальдом изучались весьма бегло, а в иных случаях (например, роль Бутлерова в развитии теории химического строения) вообще не освещались. Но зато своих героев — Рихтера, Венцеля, Риттера, Вильгельми — он непомерно высоко выдвигает, явно переоценивая их роль в развитии химии. Можно, конечно, понять эти увлечения Оствальда, ибо именно он в истории электрохимии «открыл» Риттера, в истории химической кинетики — Вильгельми, в истории термодинамики — Гесса.

В. Оствальд, например, считал, что «причина, отодвинувшая так сильно на задний план работы Рихтера, лежит в одновременной разработке Джоном Дальтоном атомистической гипотезы» [8, стр. 37]. При этом он, однако, упускает из виду тот существенный факт, что именно в свете атомистической теории Дальтона закон Рихтера, относящийся только к солям, получил научное обоснование и приобрел общее значение.

Альтернативой атомистическому истолкованию стехиометрических законов могла быть только мистика, о чем справедливо говорил еще Дальтон. Учение об определенных отношениях, подчеркивал Дальтон, кажется мистическим, если не признать атомной гипотезы. Так же, по его словам, выглядели мистическими законы Кеплера, пока их столь удачно не разъяснил Ньютон. Действительно, один из выдающихся химиков-экспериментаторов, чьи работы в большей степени содействовали становлению стехиометрии, Пруст указывал: природа творит химические соединения не иначе, как с весами в руках, взвешивая и измеряя. Оствальд в известной мере был прав, когда говорил, что стехиометрические законы представляют обобщение химического эксперимента, но получить объяснение они могли только с позиций атомистики. В. Оствальд, как это видно из предыдущего, не всегда был справедлив и в своих исторических оценках и в оценках отдельных ученых, что выражалось в преувеличении значения вклада одних ученых и недооценке других.

Для Оствальда, кроме того, была характерна тенденция к конструированию закономерностей, к возведению в ранг последних некоторых частных фактов, к универсализации явлений, имевших локальный характер, отражающий

черты определенного периода в истории науки. Но не это составляет доминирующую характеристику историко-научных исследований Оствальда, чьими сильными сторонами являются глубокое знание материала, умение находить нити, связывающие разнообразные научные явления в «пространстве и времени», блестящая форма изложения и ряд других достоинств.

Историко-научная концепция Оствальда

В. Оствальд рассматривал историю науки как науку, которая, как любая другая, чтобы стать пригодной и полезной, нуждается в разработке.

«Если в какой-нибудь области знания не обнаруживается заметной склонности к изучению ее истории, то причину этого следует, в общем, искать в том обстоятельстве, что в этой области нет еще нужды в той помощи, которую это изучение может оказать», — писал Оствальд [1, стр. 4]. До тех пор пока ученый не может воспользоваться историей науки как орудием для работы, средством исследования, ей нет места в его мыслях.

Он оспаривает точку зрения Л. Ранке, согласно которой изучение истории не преследует другой цели, кроме установления того, «как, собственно, все происходит».

В чем Оствальд видит полезность истории науки? Прежде всего он эту пользу видит в извлечении «крупинки золота» из сочинений, принадлежащих перу крупных ученых прошлого.

Процесс освоения всего богатства работ гениев науки «не сразу доводится до конца, а продолжается некоторое время, тем большее, чем больше тот великий ученый опередил свою эпоху... Но если дело идет об очень великом человеке, то какой-нибудь счастливчик (по дарованиям или склонностям) может рассчитывать открыть в его сочинении не замеченные до него зерна чистого золота и по истечении столетий и даже, может быть, тысячелетий» [1, стр. 11—12]. Оствальд указывал, что из «философов того времени, с которого начался новый расцвет точных наук, мы всего большего можем рассчитывать найти неразменное золото у Лейбница» [1, стр. 12]. Необходимо, по его мнению, изучить и установить то, что всего больше могло содействовать ассимиляции наследия крупных ученых в настоящем.

В. Оствальд считал, что основной упор при изучении работ ученых прошлого должно сделать на выяснении происхождения и развития определенных понятий.

Само по себе очевидно, указывал Оствальд, совершенно безынтересно, у кого в первый раз встречается *слово*, и, наоборот, весьма важно доказательство происхождения и развития определенного *понятия*. Важно знание связи нового понятия с ранее созданными, которое окажется впоследствии весьма полезным, когда начнется работа по дальнейшему «логическому развитию этого понятия» [1, стр. 13].

Исчерпывающее возрождение прошлого невозможно да и не нужно, подчеркивал Оствальд, а поэтому в нем нужно в первую очередь выявить то, что имеет «современное значение». Эта «установка» тесно связана с его критикой представления об истории как «хронике», сумме фактов, освобожденных от какой-либо интерпретации. Если Ранке считал, что задача истории выполнена, когда ею установлено, как, собственно, происходило то или иное событие, то Оствальд видит ее задачу в выяснении вопроса, «почему это событие имело место», какие причины его породили. Оствальд считал, что нельзя историю науки свести к перечню фактов, приведенных без раскрытия их внутренней связи, анализа их генезиса.

Проблема реконструкции прошлого, согласно Оствальду, состоит не в простом воспроизведении того, что было на соответствующем этапе истории, а в выявлении в первую очередь тех процессов, которые оказали существенное влияние на дальнейшее развитие науки, определили в той или иной степени характер современной науки, пути ее движения.

Историк науки должен проследить нити, связывающие прошлое с настоящим, уметь раскрыть в современности неизгладимые следы прошлого. В этом состоит глубокое значение работы историка науки, это то, что делает работу историка важной для современного ученого.

В. Оствальд считал, что «историческими исследованиями занимаются тем меньше, чем более проникнута творческим духом эпоха и соответствующая область науки» [1, стр. 14]. Вряд ли предложенное Оствальдом объяснение соотношения между интересом к истории науки и успехам самой науки соответствует действительности.

По мнению Оствальда, в XIX в. ученые мало интересовались историей науки потому, что в то время «человечество не успело еще привыкнуть к обилию новых открытий, число которых возрастало как будто непрерывно» [1, стр. 14—15]. Правда, он отмечает, что XX век в этом отношении не беднее открытиями, но если раньше «крупные события в науке «захватывали дух», то наше время встречает их, если не спокойно, то с ничем не нарушаемой радостью»*.

Пользу истории науки Оствальд видит и в том, что знание прошлого позволяет нам так направить свои действия, чтобы «извлечь из науки возможно больше пользы».

История науки, по мнению Оствальда, должна сыграть роль в раскрытии «законов воспитания духовных сил человечества», знание которых позволит «повысить урожай высшего продукта в саду человечества — творческого гения человека» [1, стр. 19].

Оствальд отмечал, что «он с давних пор и не раз указывал на то, что именно история наук дает лучший и наиболее надежный материал, на котором могут быть изучены закономерности в развитии человечества»** [1, стр. 22]. Этот тезис Оствальд выдвинул в те годы, когда в историографии почти безраздельно господствовали неочантинские точки зрения о принципиальном различии между номотетическими науками, раскрывающими законы соответствующих явлений и процессов (естественные науки), и идеографическими, описывающими неповторимые, уникальные события (исторические науки). В противоположность Риккерту и другим философам истории, считавшим, что исторические науки могут иметь только описательный характер, представляют хронику движения человеческого общества, Оствальд выступал

* Тезис Оствальда, высказанный в столь категорической форме, вряд ли верно характеризует отношение ученых в настоящее время к истории науки. В последние десятилетия отмечается повышение интереса к истории науки, что связано с потребностью осмыслить процессы в современной науке и тенденции их развития, разобраться в сильно возросшем и усложнившемся «научном хозяйстве», понять его внутренние и внешние связи.

** «...Закономерности всех явлений, а следовательно, и исторических именно потому и признаются закономерностями, что они постоянно и одинаково повторяются в потоке отдельных явлений», — писал Оствальд [1, стр. 8].

как сторонник концепции, согласно которой история человечества имеет закономерный характер. Понять это поможет изучение истории науки. По Оствальду, наука представляет собой одну из высших форм человеческой деятельности, где господствует не случай, а действуют факторы, которые могут и должны быть предметом научного анализа, имеется определенная логика, неуклонно проходящая через огромное разнообразие фактов, событий и процессов, составляющая стержень научного прогресса.

Таким образом, историко-научная концепция Оствальда имеет своим исходным пунктом тезис о наличии закономерностей в истории человеческого общества и в развитии науки, составляющей одну из наиболее рафинированных областей человеческой деятельности. Его концепция содержит положение о том, что раскрытие закономерностей развития науки дает ключ к пониманию современной ситуации в науке и должно способствовать углублению понимания общих закономерностей движения общества.

ОБЩЕСТВЕННЫЙ ДЕЯТЕЛЬ

В. Оствальд в наиболее продуктивные годы своей жизни почти всегда делил свое время между научной работой и общественной деятельностью, которая часто его захватывала полностью. Особенно это относится к 1900—1914 годам.

На разнообразных поприщах общественной деятельности Оствальд выступал как инициатор, организатор и руководитель, проявляя яркий темперамент борца; он был душой и мозгом в борьбе за осуществление поставленных задач. Во многих областях своей работы Оствальд всегда стремился к получению практических результатов, жизненно важных для общества.

Прежде всего нужно отметить общественную деятельность Оствальда в области науки, выразившуюся в пропаганде и популяризации результатов науки, организации международных объединений и конференций ученых, новых научных институтов, журналов и т. п.

Борьба за внедрение международного языка, участие в антиклерикальном и атеистическом движении, организация института «Мост» для исследования проблем организации умственного труда — примеры общественной деятельности Оствальда.

Свою деятельность в международных научных организациях, проникнутую духом «научного интернационализма», он рассматривал как один из аспектов работы, преследовавшей «достижение конечной цели — улучшение в распределении энергетических богатств во всем человечестве».

Следовательно, Оствальд рассматривал разнообразные стороны своей деятельности под единым углом зрения —

реализации энергетического императива [1]. Все, что делается на благо общества, по его мнению, имеет своим результатом повышение энергии общества, т. е. повышение уровня культуры и условий жизни.

Общественная деятельность Оствальда была направлена на то, чтобы убрать препятствия для развития человеческой культуры (с этой позиции, как мы увидим дальше, он рассматривал свое участие в антиклерикальной и атеистической работе; это было источником его усилий по созданию мирового языка) и найти более рациональные формы для прогресса общественно необходимых областей деятельности. Поэтому он уделял так много внимания общим проблемам организации, в частности, нахождению рациональных решений в области организации науки.

В. Оствальд весьма чутко улавливал веяния времени и умело мобилизовал свои знания и усилия других людей, чтобы сделать их «весомыми и зримыми», превратить их в значительный фактор общественной жизни. При этом он неизменно подчеркивал социальный характер деятельности, в частности научной, в том числе в ее наиболее абстрактных сферах, которые большинством философов и ученых рассматривались как не имеющие корней в практической жизни. Оствальд говорил, что социальная ценность науки состоит в том, что она «помогает облегчить страдания человечества, умножить и увеличить его радости, иными словами, улучшить эксплуатацию его свободной энергии».

Призывая к экономному использованию энергии, Оствальд считал, что все социальные институты человечества, включая государство и право, служат «лишь для целесообразного использования тех видов энергии, которые имеются в нашем распоряжении».

Он верил в демократизацию науки, верил в то, что приобщение к науке широких слоев населения сделает для них занятия наукой естественной потребностью.

Как общественный деятель Оствальд был связан с широкими кругами людей, работавших в различных областях, имевших разные взгляды, находившихся на различных ступенях социальной лестницы. Всех этих людей Оствальд привлекал для осуществления своих замыслов.

В 1906—1911 гг. Оствальд принимал активное участие в работе различных международных комиссий и конгрес-

сов. Так, в течение ряда лет он был членом Интернациональной комиссии по атомным весам. Эта комиссия состояла из четырех человек: Ф. Кларка, В. Оствальда, А. Муассана* и Т. Торпе. За 1905—1914 гг. в журнале физической химии сообщались новые данные по определению атомных весов различных элементов и приводились сводные уточненные таблицы атомных весов всех элементов.

В 1904 г. он участвовал в работе Международного научного конгресса в Сент-Луисе (США), на который был приглашен в качестве философа. «Я с радостью принял участие в этом съезде,— писал Оствальд,— представлявшем такое ясное свидетельство международного характера науки, правда, выполнение не совсем соответствовало здесь замыслу, так как шум и суета грандиозной американской всемирной выставки плохо мирились с тихой работой исследователей... Если бы случилось, что мне пришлось бы организовывать нечто подобное, то я попытался бы подыскать для этой цели какой-нибудь живописный остров, на котором в хороших физических и моральных условиях могли бы прожить вместе неделю или две представители различных наук, не будучи чересчур стеснены в свободе располагать своим временем как им заблагорассудится и обязанностью читать доклады. Значительных внешних результатов такого конгресса, разумеется, вряд ли можно бы ожидать, но тем значительнее были бы результаты внутренние, которые сказались бы в большей успешности научной деятельности, благодаря такому психическому контакту представителей отдельных отраслей науки» [2, стр. 145, 147].

В 1910 г. Оствальд принял непосредственное участие в организации Кайзер-Вильгельм-Института в Берлине, сыгравшего большую роль в развитии физической химии.

Осенью 1911 г. Оствальд поехал в Англию на съезд Британской ассоциации, где выступил с предложением организовать Международный химический институт. Благодаря кипучей деятельности, настойчивости и авторитету Оствальда многие его начинания заканчивались с успехом. Так и эта инициатива по созданию Международного химического института была подкреплена миллионным пожерт-

* После смерти А. Муассана (1907) в состав комиссии вошел французский химик Ж. Урбэн.

вованием Э. Сольве *. В 1914 г. намечено было построить этот институт в Брюсселе при Физиологическом институте Сольве, но война разрушила эти планы.

В 1911 г. после возвращения из поездки в Париж и Брюссель, связанной с организацией Международного химического института, Оствальд получил из Мюнхена брошюру К. Бюрера и А. Загера «Организация умственного труда посредством моста».

К. Бюрер и А. Загер в своем письме обратились к Оствальду с предложением встретиться, чтобы обсудить вопрос о сотрудничестве в области разработки принципов организации умственного труда. Встреча эта состоялась, на ней Оствальд высказал свою точку зрения на организацию умственного труда — она должна быть осуществлена в соответствии с энергетическим императивом, принципом экономии. Под этим он понимал, прежде всего, сосредоточение усилий, направленных на решение важнейших задач. Необходимо, как указывал Оствальд, разработать принципы организации, следуя которым можно будет добиться резкого повышения эффективности всех форм умственного труда.

Для практического осуществления планов, связанных с организацией умственного труда, Оствальдом, Бюрером и Загером было решено создать институт «Мост». Оствальд, ставший руководителем института «Мост», отдал половину своей Нобелевской премии на развитие его деятельности.

В 1911 г. в Мюнхене состоялось общее собрание института «Мост», на котором с большой речью выступил Оствальд.

На этом собрании присутствовал ряд видных ученых, в том числе С. Аррениус, Э. Сольве, А. Пуанкаре, И. И. Мечников. Оствальд выступил с докладом, в котором поставил перед институтом весьма широкие задачи.

Разработка стандартов, типовых решений для разнообразных форм организаторской деятельности составляла одну из основных задач института «Мост». Однажды уже сделанная работа общего характера не должна быть повторена в следующий раз, т. е. для следующего раза «нужно

* Э. Сольве (1838—1922) — бельгийский изобретатель и предприниматель. Разработал аммиачный способ промышленного производства соды. Субсидировал большие средства на развитие науки (строительство новых институтов, лабораторий, организация научных конгрессов и совещаний).

использовать полученный результат, а не проходить снова весь путь, приведший к нему», — один из принципов, сформулированный руководителями института.

Институт разработал проект примерного устава, который должен был служить эталоном для разработки уставов различных институтов. По представлению Оствальда «Мост» должен был служить также справочным бюро для исследователей всех стран, т. е. выполнять информационные функции.

Как на пример нецелесообразной затраты усилий, Оствальд указывал на следующее: каждый исследователь, приступающий к изучению проблемы, прежде всего должен выяснить историю этой проблемы, т. е. должен мобилизовать огромный материал, затратив для этого много времени и энергии. По замыслу Оствальда, для облегчения работы исследователей Институт организации умственной деятельности — «Мост» должен иметь заготовленные сводки по истории соответствующих проблем, предоставляя их в распоряжение исследователей, освобождая, таким образом, их от поисков материалов, экономя их время и усилия для собственно творческой работы.

Институт «Мост» на первых порах своей деятельности, согласно принципу, выдвинутому Оствальдом, должен был решать вопросы организации наиболее элементарных форм деятельности*.

К этим «элементарным формам» относилась выработка оптимального формата бумаги, оформление книг и т. п. В частности, Бюроном был предложен формат листов для книг $11,5 \times 16,5$ см. Оствальд выдвинул свои соображения относительно однообразия форматов почтовых марок, листа газеты и т. п. Эти вопросы он обсудил в брошюре о мировом формате, опубликованной в 1911 г.

30 декабря 1912 г. Оствальд писал Аррениусу: «„Мост“, к которому ты также в свое время с готовностью примкнул, делает необычные и быстрые успехи. Кроме того, постепен-

* В. Оствальд так формулирует принципы рациональной организации: первый — «разделение труда, отделение друг от друга обособленных функций сложной общей работы и распределение их по специализированным отделам»; второй — «развитие приспособления, которое объединило бы в общей работе отдельные специализированные функции таким образом, чтобы всякое отдельное действие включалось в общую работу в надлежащий момент и в надлежащем месте» [3, т. III, стр. 294].

но прокладывают себе путь идеи одного моего сотрудника, Бюрера, и можно рассчитывать на то, что препятствия, в которых нет недостатка, будут преодолены. Характерно, что председатель Германского химического общества в Берлине во всех отношениях противится всем организационным мероприятиям и всем усилиям придать делу международный характер, если только к этому имею касательство я. Это — старинная ненависть к физической химии, ненависть, которую эти люди никак не могут забыть» [4]. В письме от 30 октября 1913 г. Оствальд писал, что в настоящее время «при моей новой деятельности работ гораздо больше и они много разнообразнее, чем у профессора, сидящего в своем хорошо защищенном углу. К счастью, я сейчас нахожусь на восходящей ветви кривой моей энергии, и если буду вести себя сколько-нибудь разумно и если, что еще более сомнительно, остальной мир будет вести себя сколько-нибудь разумно по отношению ко мне, то я, пожалуй, могу еще рассчитывать на полдюжины или песколько больше годков плодотворной деятельности. К этой плодотворной деятельности относится также работа в Германском союзе монистов, который, невзирая на многие затруднения, делает большие успехи» [4].

Но постепенно в интонациях Оствальда мажорные ноты сменяются минорными, в связи с неудачами в деятельности «Моста».

23 апреля 1914 г. Оствальд писал своему другу В. Рамзаю в Англию: «Количество работы, навязанной мне самим собой как свободному человеку, постепенно стало так велико, что я самым решительным образом должен стремиться к ее сокращению. Мои дела и начинания идут и так, и сяк... В ближайшее время должна быть основательно изменена организация работы института „Мост“, так как в настоящем своем виде он показал себя нежизнеспособным. И в том и в другом случае виной были неподходящие качества людей, на которых я возложил осуществление этого замысла. Я находился в заблуждении, что для подобной вещи достаточно дать денежные средства и внести вначале несколько общих идей, чтобы обеспечить будущее целого дела.

Я убедился, что приобрести нужных людей много труднее, чем получить средства, и должен был довольно дорого заплатить за эту не слишком новую истину» [5, стр. 167].

Институт «Мост» прекратил свое существование вскоре после начала первой мировой войны. Интересное начина-

ние погибло в зародыше, не дав ощутимых результатов. В иных условиях институт «Мост» мог бы сыграть положительную роль в организации умственного труда.

Наиболее ярко общественная деятельность и организаторский талант Оствальда проявились в работе по введению в обращение всемирного искусственного языка и в борьбе с религией. Эти стороны Оствальда представляют определенный интерес, и поэтому мы более подробно на них остановимся.

Мировой язык

К проблеме языка как средства общения между людьми Оствальд подошел с точки зрения энергетического императива. «Многоязычье, — по мнению Оствальда, — ведет к огромной растрате энергии» [3, т. III, стр. 141].

«Вопрос об общем искусственном языке, — говорил он, — есть не пустая фантазия, а научная и техническая задача, разрешение которой в очень значительной степени освободит работающее человечество от бесполезной траты сил» [6].

У Оствальда было твердое убеждение, что ученые и писатели должны создать общий всемирный искусственный язык, который помог бы преодолеть языковой барьер и облегчить взаимопонимание между нациями*.

Для всеобщего употребления, указывал Оствальд, нам нужен язык, на котором не только ученый, но и рабочий на фабрике мог бы свободно объясняться. «Мы хотим иметь возможность купить воротничок в Белграде у продавщицы, спросить дорогу в Норвегии у крестьянина и хотим, чтобы оба они понимали и говорили на всеобщем языке. А это возможно только в том случае, если изучение все-

* Проблема международного языка имеет продолжительную историю. Еще в XIII веке Р. Луллий ставил вопрос о превращении латинского языка в общеевропейский. Проблемой международного языка занимались Р. Бэкон, Р. Декарт, Г. Лейбниц и многие другие.

В XX столетии эта проблема привлекла к себе внимание многих ученых, общественных и политических деятелей (А. Эйнштейн, У. Черчилль и др.). Большинство сторонников международного языка считали, что он должен не вытеснить естественные языки, количество которых в настоящее время составляет более трех тысяч, а выполнять наряду с ними функции научно-делового и культурного общения между народами.

общего языка будет не труднее таблицы умножения и каждый ученик в элементарной школе, рядом с чтением и письмом, может усвоить и основы всеобщего языка» [7, стр. 4].

Язык Оствальд рассматривал как сокровищницу, где хранятся как новые понятия, так и уже использованные и отброшенные. Он отмечал, что часто имеется несоответствие между словом и понятием, так как старое название вещей не отражает их сущность, раскрытую позднее. Поэтому он считал целесообразным создание искусственного языка, в котором слова будут соответствовать понятиям, и, самое главное, это приведет к уничтожению языковых барьеров. Оствальд опровергал доводы против создания искусственного языка, противники которого считали, что поскольку язык вырос как органическое целое, его нельзя создать искусственно, так же как нельзя искусственно создать дерево.

В. Оствальд проводил параллель между этой позицией в отношении языка и бытовавшим ранее представлением в науке о невозможности искусственного синтеза органических соединений. Полученные органические соединения, указывал Оствальд, имеют преимущества перед природной их формой благодаря меньшему содержанию в них посторонних примесей. Те же преимущества будет иметь искусственный язык перед существующим: он будет освобожден от исторических напластований естественных языков, от алогичности многих слов, громоздких грамматических конструкций. «Стоит только исследовать, — писал Оствальд, — особенности какого-нибудь языка при помощи элементарных правил логики, чтобы убедиться в том, что характер языка — не что иное, как остаток первобытного несовершенного мышления» [8].

В. Оствальд сравнивал язык со старым домом, в котором жило много сменявших друг друга поколений, каждое из которых что-то в нем меняло, что-то к нему добавляло. С этим домом связана жизнь наших предков, хотя его помещения сейчас кажутся темными и тесными. Нельзя исключить из жизни людей язык их предков, заключающий в себе огромное духовное богатство, творцами которого были многие поколения людей. Радость и боль, всю гамму наших чувств и переживаний можно выражать на языке наших предков, но рядом с ним, по мнению Оствальда, должен быть построен новый дом — искусственный язык, на кото-

ром следует вести деловые отношения. Этот язык должен быть языком науки, техники и связи между народами. Последнюю функцию, по мнению Оствальда, искусственный язык будет выполнять так же как телеграф и телефон. Общий язык, как подчеркивал Оствальд, не фантазия, а конкретная научно-техническая задача, решение которой освободит человечество от лишних затрат энергии, освободит много усилий для полезной деятельности. Такие языки уже практически существуют, к ним относятся: нотные знаки, язык химических формул и язык математики, одинаково доступные для специалистов различных стран*.

В 1900 г. Оствальд получил письмо от профессора филологии Парижского университета Луи Котюра, известного своими глубокими работами о Лейбнице, высказавшем в свое время идею создания мирового языка.

В. Оствальд ознакомился с работой Котюра, в которой с большой обстоятельностью излагалась история всех ранних попыток создания искусственных языков. После ознакомления с этой работой, содержащей глубокий анализ проблемы, Оствальд пришел к заключению, что от чисто платонических пожеланий следует перейти к практическим действиям в этой области.

В 1900 г., в год Международной выставки в Париже, состоялось несколько международных конгрессов, и «разноязычье» дало остро почувствовать необходимость создания общего языка**. По инициативе французского математика Л. Ло и при ближайшем участии Котюра была создана инициативная группа, обратившаяся ко всему цивилизованному миру с призывом оказать поддержку идее создания и внедрения вспомогательного международного языка.

* В докладе о создании международного языка (1908) Оствальд указывал, что уже существуют интернациональные письменные языки, с помощью которых можно «представить и передать творения духа». Это прежде всего нотные знаки, которые «передают все непередаваемые словами оттенки, мощную страсть Бетховена, мечтательную чувствительность Шумана, чарующую полноту Моцарта — для всего находится в чудесных знаках необходимая способность передачи» [7, стр. 6].

** П. И. Вальден считал, что идея создания и распространения мирового языка у Оствальда появилась, по-видимому, еще в рижский период его деятельности, когда ему пришлось столкнуться с «многоязычием» в политехникуме, где учились студенты, разговаривавшие на разных языках (русском, немецком, польском, латышском).

Этот призыв нашел живой отклик в различных странах мира среди разных слоев населения. На него откликнулись и отдельные ученые, и разные общественные организации: союз туристов, торговые палаты, пароходные общества, спортивные союзы, кружки стенографистов и др. Представители различных континентов составили 17 января 1901 г. делегацию для принятия вспомогательного международного языка, избравшую через своих представителей постоянный комитет по выработке международного языка из 11 видных ученых, в числе которых был Оствальд.

На одном из совещаний по международному языку в Париже в 1901 г. были приняты следующие положения:

1. Вспомогательный язык должен служить как потребностям повседневной жизни, так и целям торговли и мировых сношений, равным образом и задачам науки.

2. Он должен быть легко доступен для изучения всякому, получившему элементарное поверхностное образование.

3. Это не должен быть ни один из живых национальных языков.

Идея создания Международного языка получила особо широкий отклик во Франции. Оствальд выступил активным пропагандистом этой идеи в Германии, где она не встречала такого благоприятного отклика, как во Франции.

Распространению этой идеи в Германии, по словам Оствальда, препятствовала широко принятая в ней «мистическая» теория языка Гумбольдта, согласно которой язык представляет живое существо с собственными закономерностями, возникает без сознательной работы человека и наиболее полно выражает душу народа*.

С первым искусственным языком «волапюк», созданным в 1879 г., Оствальда познакомил еще в 80-х годах его

* В связи с концепцией языка Гумбольдта Оствальд еще раз подчеркивал, что высшей задачей философии и науки является оказание реальной помощи человечеству в его современных делах. Если концепция в науке эту функцию не выполняет, а это, по мнению Оствальда, можно сказать в отношении теории языка Гумбольдта, то она (теория) является не наукой, а схоластикой, ее социальное значение меньше нуля, так как она расточает энергию [3, т. III, 154].

учитель — профессор А. Эттинген, который был активным сторонником общего языка и с рядом своих корреспондентов вел переписку на этом языке. В начале 90-х годов наметился быстрый подъем движения за создание общего языка. Было создано 283 союза, выпущено 25 журналов и 316 учебников по волапюку, выдано 16000 дипломов учителям этого языка, и общее число сторонников превращения этого языка в мировой язык составляло около одного миллиона человек.

Когда Оствальд активно включился в борьбу за создание мирового языка, он ознакомился со всеми попытками в этом направлении (волапюк, эсперанто, идо) * и с теми трудностями, которые встретились на пути создания и внедрения этих языков.

Во время поездки в США (1905 г.) Оствальд имел ряд встреч, связанных с организацией движения в пользу создания международного языка, и выступлений на эту тему, встретивших благожелательный отклик **. После возвращения в начале 1906 г. в Германию Оствальд принял участие в съезде эсперантистов в Дрездене.

* Эсперанто создал польский врач Заменгоф в 1887 г.; «идо» на языке эсперанто — потомок. Идо, по словам Оствальда, представляет усовершенствованный вариант эсперанто. Автором идо был Луи де Бюфрон, примыкавший ранее к эсперантистам, но потом разочаровавшийся в эсперанто. В начале 1909 г. «идисты» создали Союз друзей международного языка под почетным председательством Оствальда.

** К этим выступлениям Оствальда его друзья и коллеги относились по-разному. Приведем здесь выдержку из остроумного письма Кольрауша к Аррениусу от 27 марта 1906 г.:

«Об Оствальде я знаю только, что моя дочь в Вашингтоне присутствовала на его докладе о новом всемирном языке. Между нами говоря, она высказала мнение, что Оствальд отчасти ратует за новый язык, так как ему не особенно приятно слушать английский. Мне кажется, что порхание Оствальда по самым разнообразным областям делает его уязвимым для критики; судя по Вашему письму, Вы думаете примерно то же. Но вряд ли с этим можно что-нибудь сделать. Многосторонние интересы, дух предприимчивости и бесспорный организаторский талант уже давно увели его далеко за естественные пределы исследовательской области. То, что ему легко дается писание, еще содействовало этому, и, таким образом, он попал в состояние своего рода неустойчивого равновесия, столь же опасное для человека, как и для процесса в природе или для химического „элемента“. Радий находится, по-видимому, в подобном же состоянии. Будем надеяться, что emanации Оствальда не окажутся для него самого неприятными» [4].

28 декабря 1906 г. Оствальд писал Аррениусу: «Большую часть своей энергии я прилагаю теперь к вопросу о международном вспомогательном языке. После того, как год назад я очень успешно вызвал движение в пользу этого дела в Америке (более 100 местных обществ за 6 недель), я занялся той же работой в Германии, и начинаю видеть здесь такие успехи, какие были недостижимы еще несколько лет назад. В будущем году соберется международная комиссия для выбора наиболее подходящего искусственного языка (вероятно, это будет эсперанто), и с этим у меня будет много работы. Не знаю, интересовался ли ты этим делом и в какой мере, и мне очень хотелось бы по возможности привлечь тебя к нему. Не мог ли бы ты побудить вашего кронпринца взять это дело под свое покровительство? Со времени изобретения книгопечатанья в порядке дня всеобщей культуры еще не стояло столь важного вопроса; подумай только, что в будущем каждый писатель сможет писать *своими* словами для *всего культурного мира*. И ведь это так легко выполнимо; нужно только захотеть, все остальное уже есть. Если ты думаешь, что лично я мог бы продвинуть это дело, то я готов приехать для этого в Стокгольм, прочитать доклад и т. п. ...» [4].

В 1907 г. Оствальд посетил Париж, где участвовал в конференции, посвященной международному языку. Здесь он встретился с крупнейшими представителями этого движения: Л. Кютюра, известным датским ученым, филологом О. Есперсенем, профессором Петербургского университета (филологом) Бодуэн де Куртенэ*, Гастоном Моком, известным своим участием в пацифистском движении, видным итальянским математиком Г. Пеано и другими. На этой конференции, длившейся две недели, заслушивались сообщения о конкурировавших искусственных языках (волапюк, эсперанто, идо) и сообщения об основах, на которых построены эти языки. На восемнадцати заседаниях конференции председательствовал Оствальд.

Нужно было сделать выбор между двумя возможностями: построить искусственный язык с запасом слов, соз-

* В отношении Куртенэ Оствальд писал (1927), что он «занимал крайне радикальные позиции по политическим и социальным вопросам, которые в наши дни могут быть названы большевистскими» [3, т. III, стр. 162].

данных заново, или использовать словарный фонд одного или нескольких существующих языков. В том и другом случае грамматика должна была быть максимально упрощена. Оствальдом совместно с Котюра были выдвинуты принципы построения вспомогательного международного языка — принципы однозначности и обратимости, необходимости и достаточности. Первый из них был сформулирован Оствальдом так: «Между понятиями и выражающими их формами должно существовать однозначное соотношение». О принципе необходимости и достаточности он писал: «Результатом разносторонних исследований, начатых Лейбницем и продолжавшихся в течение столетий, является действительная возможность преобразования грамматики на том основании, что язык должен служить выражением всего необходимого, но не излишнего».

Комитет по выработке международного языка в результате работы пришел к заключению, что ни один из представленных на конкурс проектов не может считаться удовлетворительным, но за основу можно принять эсперанто, поскольку этот язык уже успел найти сторонников во многих странах. Оствальд отдавал предпочтение идо. Один из томов «Журнала физической химии» открывался большой статьей Оствальда «Химическая мировая литература», в которой сделана попытка приложить идо к конкретному химическому материалу [9].

В. Оствальд предлагал заменить обозначения элементов. Например, углерод обозначать через K, хлор — Kl, хром — Kг, кобальт — Ко, медь — Ку, скандий — Sk и т. д. Далее приведена таблица с названиями химических элементов на языке идо.

При наименовании химических соединений Оствальд предлагал выдерживать следующие принципы: интернациональность, однозначность, краткость и легкость в произношении. Он отмечал, что современная химическая номенклатура имеет ряд дефектов. Так, например, на немецком языке KCl называется *Chlorkalium*, т. е. на первом месте стоит название отрицательного элемента, а $FeCl_3$ — *Eisenchlorid*, т. е. на первом месте — название положительного элемента. Оствальд предлагал, чтобы на языке идо обязательно на первом месте для бинарных соединений шло название положительного элемента. Так, KCl он рекомендовал назвать *kalio kloro*, FeS — *fero sulfo* и т. п. Соединения с переменной валентностью, как например $SnCl_2$ (на

Ac Aktino (Ak)	H Hido	Ra Radiumo
Ag Argentio	He Helo	Rb Rubido
Al Alumino	Hg Merkuro (Mr)	Rh Rodio
Ar Argono	In Indo	Ru Ruteno
As Arseno	I Iodo	S Sulfo
Au Auro	Io Ionio	Sa Samaro
B Boro	Ir Irido	Sb Stibo
Ba Bario	K Kalio (Ka)	Sc Skando (Sk)
Be Berilo	Kr Kripto	Se Seleno
Bi Bismuto	La Lantano	Si Siliko
Br Bromo	Li Litio	Sn Stano
C Karbo (K)	Lu Lutelo	Sr Stronco
Ca Kalco (Kc)	Mg Magnesio	Ta Tantalo
Cd Kadmo (Kd)	Mn Mangano	Tb Terbo
Ce Cero	Mo Molibdo	Te Teluro
Cl Kloro (Kl)	N Nitro	Th Torjo (To)
Cr Kromo (Kr)	Na Natro	Ti Titano
Co Kobalto (Ko)	Nd Neodimo	Tl Talio
Cs Cesjo	Ne Neono	Tu Tulio
Cu Kupro (Ku)	Ni Nikelo	U Urano
Dy Disprozo (Ds)	O Oxo	V Vanado
Er Erbo	Os Osmo	W Wolframo
Eu Europo	P Fosfo (Fo)	X Xenono
F Fluoro	Pb Plumbo	Y Yitro
Fe Fero	Pd Palado	Yb Yiterbo
Ga Galio	Po Polono	Zn Zinko
Gd Gadolinio	Pr Praseodimo	Zr Zirkono
Ge Germanio	Pt Platino	

идо — SnKl_2), SnCl_4 (SnKl_4). Оствальд предлагал называть соответственно — *stano dukloro*, или *stano kloro du* и *stano tetrakloro*, или *stano kloro quar*. Соединения, в которых варьируется валентность катиона, на немецком языке на примере соединений меди называются: *Cupro-* и *Cupriverbindungen*, где окончание на «o» соответствует меньшей, а окончание на «i» — большей валентности меди. Для подобных соединений (SnCl_2 и SnCl_4) Оствальд предлагает второй вариант названий: *stano kloro* и *stani kloro*. Для солей со сложным анионом Оствальд предлагает на первое место ставить название катиона, на второе — аниона. Так, название для Na_2SO_4 — *natro sulfato*, для $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ — *magnesio nitrato* и для $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ — *kalco fosfato*.

В органической химии с переводом названий на идо связаны значительно бóльшие трудности, чем в неорганической химии, в частности из-за значительного разнообразия изомеров. Большое количество соединений в органической химии представляют собой производные углеводородов, в которых отдельные атомы водорода заменены другими элементами или радикалами.

В. Оствальд предлагал производные углеводородов называть двумя словами: первое слово — название углеводорода, второе — заместителя. Так, хлорированный метан, т. е. метилхлорид/на идо будет называться *metano klora*, а хлороформ (CHCl_3) соответственно — *metano triklora*. В более сложном случае (например для тетраметилдидамидотрифенилметана) название на идо будет *metano 3-fenila 2-amida 4-metila*, или *metano trifenila diamida tetrametila*. Наиболее известные радикалы Оствальд рекомендовал называть следующим образом:

COOH — *karboxilo, karboxata*; CO — *karbonilo, karboxo*; CN — *ciano*; SO_3H — *sulfonato*; NO_2 — *nixo*; NO — *niso*; NH_2 — *amino*; OH — *hidoxo*.

Приведенные примеры иллюстрируют химическую номенклатуру на языке идо, которую разработал и предлагал к употреблению Оствальд.

В качестве опыта Оствальд написал резюме ряда статей по химии на языке идо.

Оствальд указывал, что реферативная работа по химии упростится в десять и более раз, если рефераты будут издаваться не на языке отдельных народов, а на вспомогательном языке.

Для того, чтобы направить и объединить деятельность всех сторонников искусственного языка и установить между ними постоянную и действенную связь, Оствальд предложил организовать журнал под названием «Прогресс» во главе с Л. Котюра.

В 1907 г. в аудитории Высшего Коммерческого училища в Берлине Оствальд выступил с докладом, который закончил следующими словами: «Главное в том, чтобы везде распространилось убеждение, что идея мирового языка не мечта нескольких фантазерских голов, но проблема, требующая трезвого научно-технического отношения, проблема, для разрешения которой назрело время, потому что назрела в ней нужда. В безграничном благотворном влиянии, которое принесет с собой подобное великое умиротво-

ряющее дело, никто не сомневается; сомнение возбуждает только исполнительность этого плана. Мне кажется, я достаточно и ясно доказал, что исполнение находится в области наших сил. Если мне суждено будет дожить до этого великого момента, а я работаю в радостной уверенности, что доживу до него — я буду стократ вознагражден за массу энергии, которую я положил и готов положить в будущее в это великое дело» [7, стр. 30].

«Мой 1907 г. в основном был занят работами по международному языку», — писал Оствальд Аррениусу. В переписке с Аррениусом Оствальд много внимания уделял деятельности по организации и пропаганде международного языка. Так, в письме от 2 января 1908 г. он писал: «Выполняю очень трудную и ответственную работу, так как множество существенных и личных интересов сталкиваются друг с другом, а я как диспетчер должен следить за тем, чтобы где-нибудь не получилось короткого замыкания» [4].

В. Оствальд пытался привлечь Аррениуса к участию в этой деятельности. В частности, перед Аррениусом, у которого должна была быть встреча со шведским королем, Оствальд ставил вопрос, чтобы Аррениус уговорил короля и правительство выразить признание идее международного языка, и предложить созыв «Международной дипломатической конференции по всемирному языку, оказав человечеству большую услугу, которая прежде всего пошла бы очень на пользу Швеции» [4, письмо от 6 декабря 1910 г.]. Оствальд просил Аррениуса, чтобы он публично высказался за эту идею. «Дело идет пока лишь о платоническом выступлении, от тебя же потребуется, чтобы ты сейчас же изучил идо и писал на нем».

В. Оствальд писал С. Аррениусу: «Дорогой Сванте, к этому письму я прилагаю проект непосредственного обращения к шведскому королю. Будь столь добр, прочти его и напиши мне, есть ли реальная возможность, чтобы это обращение дошло по адресу, чтобы оно было действительно прочитано и принято во внимание. Если бы это было возможно, то я дальше просил бы об аудиенции, чтобы лично пояснить и подкрепить это обращение.

Дело уже настолько подготовлено, что его можно было бы вести прямо к цели по избранному пути, и я был бы очень рад доставить Вашему королю честь перейти в будущую историю культуры в качестве инициатора этого дела.

Итак, сделай хотя бы из патриотизма все, что от тебя зависит» [4]. «Мне очень бы хотелось, — пишет Оствальд в другом письме Арренгусу, — получить аудиенцию у короля и заинтересовать его лично вопросом о всемирном языке, чтобы он взял на себя это дело не в виде государственного акта, а в виде личного участия, пусть он сначала соберет нескольких экспертов, которые в его присутствии обсудят этот вопрос. А затем он может посмотреть, заслуживает ли он внимания, и тогда примет решение» [4, письмо от 18 ноября 1911 г.].

В 1911 г. Оствальд создал Организацию Международного языка, местом деятельности которой были выбраны Бельгия и Швейцария.

Руководство этого союза направило послание швейцарскому правительству с предложением взять на себя инициативу внедрения международного языка и от своего имени обратиться к правительствам других стран.

Средства, необходимые для деятельности этого союза, были представлены Оствальдом. Однако все начинания были прерваны первой мировой войной.

В 20-х годах Оствальд, занятый главным образом разработкой учения о цвете, отошел от активной пропаганды международного языка.

Попытки создать искусственным путем единый «язык мира», язык-посредник по ряду причин не увенчались успехом, хотя до сих пор во многих странах существуют кружки и общества любителей и сторонников эсперанто, на котором издаются журналы и книги.

Воинствующий атеист

В 1906 г. в Иене известный немецкий естествоиспытатель Э. Геккель организовал «Союз монистов» с целью объединения атеистов и антиклерикалов для борьбы с религией и церковью. Деятельность этого союза, по замыслу его организатора, должна была строиться на научной основе. Союз монистов имел в своих рядах ученых, литераторов, деятелей искусства, представителей либеральной буржуазии.

Союз монистов ставил перед собой задачу вести борьбу против церкви, тормозящей развитие культуры. Отрыв масс от церкви, по замыслу руководителей Союза, должен

был быть осуществлен на основе выработки цельного (монистического), научно обоснованного воззрения на мир и жизнь путем критического отношения ко всем вопросам культуры и общественной жизни. Теоретическая платформа, которой придерживалось большинство членов союза монистов, была сформулирована Э. Геккелем в его книге «Мировые загадки» [10], вышедшей в 1899 г. *

Монизм Геккеля под его пантеистической оболочкой носил атеистический и антиклерикальный характер. В. И. Ленин в «Материализме и эмпириокритицизме» дал глубокий анализ философских позиций Геккеля и той роли, которую сыграли его «Мировые загадки»: «Буря, которую вызвали во всех цивилизованных странах «Мировые загадки» Э. Геккеля, замечательно рельефно обнаружила партийность философии в современном обществе, с одной стороны, и настоящее общественное значение борьбы материализма с идеализмом и агностицизмом, с другой.

Сотни тысяч экземпляров книги, переведенной тотчас на все языки, вышедшей в специально дешевых изданиях, показали воочию, что книга эта «пошла в народ», что имеются *массы* читателей, которых сразу привлек на свою сторону Э. Геккель. Популярная книжечка сделалась орудием классовой борьбы» **.

Атеистическая позиция ряда видных деятелей Союза монистов была выражена достаточно определенно в подобном рода высказываниях: «Вера в бога — величайшее несчастье человечества». Активный деятель «Союза монистов» Бруно Вилле писал, что «мы отрицаем любые представления о боге».

В 1911 г., по предложению Э. Геккеля, которому состояние здоровья уже не позволяло больше возглавлять Союз монистов, председателем был избран Оствальд.

Атеистическая деятельность Оствальда началась еще до организации «Союза монистов». Так, в 1905 г. во время поездки в США Оствальд выступил с развенчанием ряда догм христианской религии, чем навлек на себя гнев клерикальных кругов, пресса которых назвала его «сыном сатаны».

* Книга была посвящена изложению развития науки в XIX в., изложению победного шествия естественно-исторического материализма.

** В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 370.

Клерикальные круги в Германии также начали травлю Оствальда. Особую активность в этом отношении развернули члены организации «Союз Кеплера», созданной для пропаганды христианской религии*.

На Интернациональном конгрессе монистов в Гамбурге (1911) с докладом «Наука» выступил Оствальд. Аррениус сделал доклад на тему «Вселенная», американский биолог Ж. Леб — на тему «Жизнь».

Оствальд при закрытии конгресса произнес слова: «Я открываю первый международный конгресс монистов и открываю монистическое столетие» [11].

В «Автобиографии» Оствальд много внимания уделил Гамбургскому конгрессу монистов. Он отмечал, что конгресс прошел с большим подъемом, продемонстрировал единодушие его участников и готовность вести активную борьбу за отрыв народа от церкви. Конгресс показал, что его участники, составляющие авангард Союза монистов, дружно идут вместе, и это является основным обнадеживающим итогом конгресса.

После Гамбургского конгресса состоялся съезд монистов в Магдебурге (1912), на котором было принято решение об издании нового журнала «Монистическое столетие» (*Das monistische Jahrhundert*).

С 1912 г. Оствальд начал регулярно выпускать свои антирелигиозные «Монистические воскресные проповеди» в листовках. Монистические воскресные чтения Оствальда, получившие большую популярность, были посвящены разнообразным темам. Представление о тематике этих выступлений дают следующие названия: «Как появилось зло на свете», «Монизм и государственная философия», «Религия и наука», «Развитие понятия о боге», «Социальное христианство», «К истории бессмертия», «Вера», «Что верно», «Боязни, страхи», «О смерти», «Почему мы являемся монистами» и ряд других.

* «Союз Кеплера» был организован в 1907 г. для борьбы с атеизмом и материализмом, особенно среди ученых. Девизом этого союза был лозунг: «Естественным наукам то, что им полагается, а религии то, что ей должно принадлежать». Во главе «Союза Кеплера» стоял берлинский теолог и историк церкви А. Гарнак, получивший за свою деятельность звание профессора и игравший большую роль в определении научной политики кайзеровского правительства. Гарнак подвергал резким нападкам деятельность Геккеля и Оствальда, не останавливаясь перед личными оскорблениями.



В. Оствальд выступает перед микрофоном

Красной нитью через все эти проповеди проходит мысль о несовместимости религии и науки, о глубоком органическом антагонизме между ними. Все выступления Оствальда против церкви и религии были адресованы не узкому кругу интеллигенции, а весьма широкой аудитории, в том числе и людям физического труда. Он ставил перед собой задачу как можно больше оторвать людей от религии, освободить их от церковного плена.

В 1912 г. Оствальд занялся основанием поселения монистов (колонии, где бы жили и работали единомышленники — противники клерикализма и религии). Эта колония должна была доставить каждому своему члену полную обеспеченность в отношении насущных потребностей жизни. Задачи этого поселения Оствальд изложил в письме Аррениусу: «Каждый член поселения будет на долгое время, а то и навсегда освобожден от всяких забот о ежедневном хлебе, жилище и одежде не только для себя, но и для жены и детей. Это может получить осуществление потому, что я купил в Тюрингии достаточно большой участок земли, который можно будет интенсив-

но обрабатывать под поля и сады, что и составит основу для удовлетворения жизненных потребностей колонистов. Кроме того, мы организуем на основном участке еще типографию и некоторые другие фабрики, так что все это учреждение сможет себя окупить.

Я прекрасно знаю, что до сих пор бóльшая часть подобных предприятий кончалась неудачей*.

...Я не могу изложить здесь все, чего я собираюсь достигнуть этими колониями, но ты вполне можешь себе представить, что здесь нужно много подумать и провести большую организационную работу» [4, письмо от 11 января 1912 г.].

Атеистическая деятельность Оствальда не замыкалась рамками «Союза монистов». Он активно участвовал в «Движении за выход из церкви». Это движение на первых порах своей деятельности ставило перед собой задачу — освобождение от пут религии детей верующих родителей. В дальнейшем это движение вылилось в борьбу антиклерикальных сил против церковных и реакционных сил**.

Выход из церкви Оствальд рассматривал «как первый и необходимый шаг в направлении приобщения к культуре двадцатого столетия».

«Союз монистов» состоял в основном из интеллигенции и представителей буржуазии, тогда как в «Движении» активное участие принимали рабочие, в частности, рабочие социал-демократы. В борьбе за бойкот церкви, отрыв от религии широких масс Оствальд сотрудничал с лидером революционного крыла немецкой социал-демократии — Карлом Либкнехтом.

В 1913 г. в Берлине состоялся митинг, который прошел под лозунгом «Проведем массовую забастовку против государственной церкви». Среди выступавших на этом митинге были Либкнехт и Оствальд. В истории Гер-

* Неудачей кончилось и это довольно утопическое начинание Оствальда. Вскоре после создания колония монистов распалась.

** «Движение за выход из церкви» получило отклик и распространение за пределами Германии, в Австро-Венгрии, где в 1913 г. членами чешской социал-демократической партии был организован «Чешский социалистический союз монистов», который в 1915 г., уже в разгар мировой войны, осуществил большую акцию по массовому выходу из церкви в связи с днями памяти Яна Гуса, сожженного на костре.

4 öffentliche Volksversammlungen. Thema:

Massenstreik

gegen die Staatskirche.

Dienstag, 28. Okt., abends 8 $\frac{1}{2}$ Uhr. (Für Unkosten 10 Pf.)

Moabiter Gesellschaftshaus, Brauerei Friedrichshain,
Neue Welt, Viktoria-Garten (Wilhelmsau).

Redner

Adolf Hoffmann, Klauke (Frankfurt), Dr. Karl Liebknecht,
Prof. Wilh. Ostwald, Pöus (Dessau), Tschirn (Breslau),
Vogtherr (Stettin), Dr. Bruno Wille.

Die Gelehrtheit aller Bekenntnisse und der theologischen Hochschullehrer sind zur Diskussion eingeladen. — Es gilt, durch eine Massenkundgebung aller Volkskreise eine wichtigste Sätze der Reaktion zu schwächen und zu brechen.

Es lebe der Freiheitskrieg des Jahres 1913!

Der Einberufur: Dr. K. Eckold, Berlin, Alt-Moabit 63a.

Vertriebsstelle: G. Lehmann-Neudamm, Berlin, W 10. — Druck von Sauer & Danneberg, Berlin SO 36.

Объявление об антирелигиозном митинге в Берлине (1913)

мани это был первый случай, когда с одной трибуны «в унисон» выступали тайный советник, лауреат Нобелевской премии и один из виднейших лидеров левого крыла социал-демократии.

Этому митингу большое внимание уделила немецкая пресса. Берлинская «Народная газета» (29 октября 1913 г.) писала, что за один только вечер 1328 граждан порвали с религией и церковью.

Совместные действия «Союза монистов» и левых социал-демократов против церкви по сути дела представляли организацию единого фронта атеистов, находившихся на различных философских и политических позициях.

В «Союзе монистов» Оствальд занимал наиболее радикальные позиции. В своей воскресной проповеди на тему «Выход из церкви», произнесенной в 1914 г., Оствальд подвел некоторые итоги деятельности «Союза монистов». Он указывал, что созданный в 1912 г. журнал «Монистическое столетие» сразу поднял борьбу за отрыв людей от церкви.

В Союзе монистов довольно сильным было течение, выступавшее в пользу союза с либеральными теологами с тем, чтобы превратить «Союз» в массовую организацию и найти доступ к самым широким кругам населения, добиться наибольших успехов в борьбе с наиболее реакционными кругами церковников. Оствальд ориентировал «Союз» на борьбу со всеми церковниками, призывал к решительному штурму церкви. «Союз монистов», как отмечал Оствальд, не охватывал всех солидарных с его позицией граждан. От вступления в Союз монистов удерживали преследования со стороны властей за атеистическую деятельность. Число членов Союза монистов было невелико в сравнении с атеистически или антиклерикально настроенной частью населения. Поэтому Оствальд считал необходимым сделать все, что было в силах этой организации, чтобы увеличить число ее членов и повысить ее дееспособность*.

В. Оствальд отмечал, что весьма эффективной оказалась деятельность организации «Движение за выход из церкви», сотрудничавшей с «Союзом монистов». Уже в 1912 г. число отошедших от церкви благодаря деятельности этих организаций составляло 10 000 человек, а к концу 1913 г. число граждан, порвавших с церковью, в одном только Берлине составило 40 000.

Число «отпавших» от церкви в Баварии за 5 лет существования «Союза монистов» в Мюнхене возросло в 12 раз.

В. Оствальд рассчитывал, что в ближайшие годы эта цифра должна дойти до миллиона. Успех движения был значителен, несмотря на отсутствие поддержки прессы, играющей большую роль в формировании общественного мнения.

Правая пресса, конечно, выступала против этого движения, а либеральная пресса, по словам Оствальда, с большим трудом и неполностью печатала объективные сведения, но не выступала энергично в поддержку атеистической и антицерковной деятельности.

* Число членов «Союза монистов» составляло 6000 человек, но «Союз монистов» объединялся с рядом других антиклерикальных и атеистических организаций, составлявших вместе так называемый «Веймарский картель». Число членов этого «картеля» доходило до 80 000.

В. Оствальд указывал, что отдельные руководители социал-демократической партии, «бонзы», как он их называл, «погрязшие в ревизионизме», выступили* на страницах своей печати против участия партии в «Движении», но несмотря на их выступления рабочие примкнули к этому союзу, что, по словам Оствальда, было решающей причиной его успеха.

В начале 1914 г. комитет «Движения за выход из церкви» с новой силой выступил «за массовую забастовку против государственной церкви, реакции, ханжества», в связи с чем в Берлине было проведено 16 открытых народных собраний с повесткой дня: «Народ пробуждается».

Дальнейшее развитие этого движения, по глубокому убеждению Оствальда, должно было оказать огромное влияние на будущее народа. Но война, начавшаяся в 1914 г., оборвала деятельность «Движения» и «Союза монистов».

«Союз монистов» составляет важную веху в развитии атеистического движения и, пожалуй, его деятельность представляет вершину буржуазного атеизма XX столетия, который после войны пошел на убыль. Наиболее последовательную атеистическую линию в «Союзе монистов» представлял его руководитель — Оствальд.

Через все его выступления против религии проходит красной нитью мысль, что наука, в отличие от религии, приносит человеку свободу от несоответствия между мышлением и действием, между желанием и долженствованием, т. е. она несет гармонию личности, то, что необходимо иметь человеку для того, чтобы успешно противостоять всем превратностям жизни.

Религия проповедует образ мыслей своего «основателя» и стремится сделать его постоянной нормой для всех приверженцев. Консервация этого образа мыслей, стремление пронести его через все новые эпохи в развитии человечества приводит к росту несоответствия между религией и духом времени, превращает ее в порочный анахронизм, лишает ее приверженцев понимания своего вре-

* Это отношение ряда лидеров немецкой социал-демократии к движению за выход из церкви вытекало из известной программной установки, согласно которой религия должна рассматриваться как частное дело не только в государстве, но и в партии.

мени, его требований, тянет их вспять, дает им взамен настоящего счастья иллюзорное, которое сродни «счастью», приносимому наркотиками или гипнозом.

Всем религиям противостоит вечно юная наука, находящаяся в состоянии непрерывного развития.

Религия, по словам Оствальда, не содержит в себе принципа самосовершенствования и внутреннего развития, который в сильной мере проявляется в науке. Наука в настоящее время, по словам Оствальда, пронизывает все области человеческой деятельности.

Наука — основа оптимизма и обоснованной веры в прогресс и лучшее будущее человека, тогда как религии, рожденные во времена, когда люди находились в отношении к окружающему миру, как раб к своему грозному и ужасному хозяину, сеют неверие в силы человечества, питают пессимистическое отношение к жизни.

В. Оствальд считал, что монистами могут быть люди, не признающие никаких компромиссов в области мировоззрения, освободившиеся от всяких следов веры. Монизм организует последовательное единство всех действий и мыслей человека, тогда как религия культивирует дуализм слова и дела. Монизм и научное мировоззрение одно и то же (разные слова для обозначения одной и той же вещи).

Выработка научного мировоззрения невозможна, как на это указывал Оствальд, без активного участия в практической деятельности.

В. Оствальд рассматривал религию как старейшую и наиболее примитивную форму культурной деятельности человечества. Возможности, достигнутые наукой, Оствальд сопоставляет с качествами, которые религия приписывает богу. Именно наука, а не «всемогущий» бог, к настоящему времени раскрыла много закономерностей природы и подчинила уже немало ее сил служению интересам человечества.

Наука помогает преодолеть пространство и время, и в своем движении она все ближе и ближе подходит к идеалу объективного всезнания, приписываемому богу.

В своем воскресном чтении «Как появилось зло на свете» Оствальд критиковал все религии за то, что, согласно им, «золотой век» позади; он окончился «изгнанием людей из рая». Оствальд подчеркивал, что если, согласно



В. Оствальд (1927)

религии, жизнь была тем лучше, чем ближе она была к истокам человечества, то подлинная история человечества свидетельствует как раз об обратном — о господстве жестокости, варварстве, кровопролитии на ранних этапах существования человечества. Золотой век человечества впереди и, к сожалению, говорил Оствальд, он еще — очень далекое будущее. Но залогом того, что человечество придет к нему, является прогресс человеческого общества, под которым Оствальд прежде всего понимал развитие науки и решение ею жизненно важных для человечества вопросов.

Ссылаясь на Демокрита, которого Оствальд считал самым выдающимся философом античности, «так как его мысли оказались самыми долговечными и тем самым самыми правильными», он говорил, что «предки людей были злыми и жестокими». По мнению Оствальда, человечество находится на пороге фундаментального изменения этического мировоззрения, которое для выработки правильных суждений о явлениях жизни и оценок действия людей будет иметь такое же значение, какое в свое время победа коперниковской системы имела для понимания физической картины мира.

В атеистических выступлениях Оствальда, однако, отсутствует анализ социальных корней религии, и критика догм религии ведется в основном с просветительских позиций.

Теоретические статьи Оствальда по вопросам религии грешат тем недостатком, о котором в свое время писал Энгельс: с такой религией, как христианство «нельзя разделаться, просто объявив ее состряпанной обманщиками бессмыслицей. Чтобы разделаться с ней, необходимо прежде суметь объяснить ее происхождение и ее развитие, исходя из тех исторических условий, при которых она возникла и достигла господства»*.

Теоретическая сторона атеистической деятельности Оствальда не является существенным шагом вперед в сравнении с французскими материалистами и Л. Фейербахом, с которыми его роднят лишь одинаковые направления антирелигиозной критики.

В. И. Ленин указывал, что французские материалисты и Фейербах не в состоянии были вскрыть корни религии,

* К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 19, стр. 307.

с последовательных материалистических позиций проанализировать ее генезис. Борьба с религией, как подчеркивал Ленин, не должна сводиться к абстрактно-идеологическим проповедям; эта борьба должна быть связана с конкретной практикой классовой борьбы, она должна включать в себя раскрытие социальных корней религии. Критика Лениным ограниченности буржуазного атеизма в значительной степени может быть распространена на атеизм Оствальда.

Лейтмотив атеистических работ Оствальда — несовместимость науки и религии, ибо религия — это «эманация» невежества. Но если вклад Оствальда в теорию научного атеизма невелик, то его практическая деятельность в этом направлении является огромной заслугой и, по-видимому, если бы она не была прервана войной 1914—1918 гг., то приобрела бы еще большее политическое значение, так как в перспективе данного движения содержались тенденции расширения борьбы и распространения ее на все институты, органически связанные с церковью.

Вершиной общественно-политической деятельности В. Оствальда были его совместные выступления с революционными марксистами против церкви и религии.

В. Оствальд указывал, что его деятельность по линии «Союза монистов» в политическом отношении имела радикальный характер, примыкала по своему смыслу к крайнему крылу левых течений в области политики. «В этом отношении, — писал Оствальд, — я имел много точек соприкосновения с социал-демократией» [3, стр. 250].

Конечно, ни в критике религии, ни в общественно-политической области Оствальд не поднимался до марксизма, но он неоднократно в публичных выступлениях повторял, что одобряет «возвышенное» в марксизме. Он отвергал клевету на социалистов, как на «безродных людей», которым чужда любовь к своей стране и своему народу.

В. Оствальд восхвалял высокий моральный дух, которым обладают вожди пролетариата; он осуждал такое «позорное явление», как антисемитизм, называл войну «пережитком варварского прошлого»; но все это, к сожалению, не оказало решающего влияния на его позиции во время войны, когда он с другими немецкими учеными выступил с оправданием политики кайзеровского правительства.

Перед последними выборами в ландтаг накануне войны Оствальд не делал тайны из того, что будет голосовать за партию Августа Бебеля, и неоднократно говорил, что долгом всякого ученого и передового человека в Германии является поддержка этой партии, и поэтому не является неожиданным то, что реакционная пресса перед войной называла его «красным тайным советником», «монистическим государственным предателем».

Война, как уже отмечалось, «откинула» Оствальда «вправо». «Монистические воскресные проповеди» уже в августе 1914 г. утратили свой первоначальный характер.

После войны Оствальд не возвращался к активной атеистической деятельности. В своих многочисленных в этот период выступлениях по культурно-политическим проблемам Оствальд затрагивал вопросы религии и ее взаимоотношений с наукой. Его позиция по этим вопросам осталась прежней.

Так, в рецензии на книгу А. Титуса «Бог и природа» Оствальд в 1925 г. писал, что успехи науки являются «источником борьбы между религией и наукой», что «наука завоевывает в свое распоряжение новые области, которые раньше принадлежали религии» [12, стр. 436].

В. Оствальд всю свою сознательную жизнь был непримиримым врагом церкви и убежденнейшим атеистом. Активная его борьба с религией падает на период 1905—1914 годов и в особенности на 1911—1914 годы, когда он был во главе «Союза монистов».

После войны «движение свободомыслящих» (антирелигиозное движение, в котором участвовали главным образом интеллигенция и некоторые представители буржуазии, получившее наибольший размах в деятельности «Союза монистов»), значительно уступало по своим масштабам этому движению в довоенное время и затем практически сошло на нет.

Борьбу с религией, с ее социальными корнями в послевоенный период вели и продолжают вести коммунистические партии. Оствальд, общественная активность которого в эти годы значительно снизилась, не мог найти дороги к тем, кто находился в авангарде борьбы с религией, и фактически оказался в стороне от нее.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В. Оствальд прожил жизнь, насыщенную творчеством и активнейшей деятельностью. Он много желал и немало свершил. Его путь был богат успехами и неудачами. Среди последних были как обусловленные его неверной позицией (период энергетизма), так и вызванные объективными препятствиями, с которыми сталкивались его цели. Несмотря на титаническую энергию, которую он развивал, преодолеть эти препятствия ему не всегда удавалось.

В. Оствальд оставил несколько сот опубликованных работ, в том числе более 70 книг. Сотни его учеников из различных стран успешно развивали многие направления современной физической химии; любимый его катализ начал приобретать в химии и химической технологии все возрастающее значение; изменилась подготовка кадров специалистов, о чем он в свое время много говорил.

Новая форма организации научных исследований, в создании которой он принимал участие, получила в XX в. повсеместное распространение. Строившиеся в 20—30-е годы в разных странах большие профилированные физико-химические научно-исследовательские институты радовали Оствальда — организатора одного из первых в мире физико-химических институтов.

В. Оствальд не принадлежит к тем ученым, признание к которым пришло на склоне их жизни или после смерти. Скорее можно сказать, что в известном отношении Оствальд был «баловнем судьбы», его имя всегда было в центре внимания научной общественности; всегда в той области своей

работы, которую он считал на данном этапе жизни доминирующей, он или лидировал, или, по крайней мере, занимал одно из первых мест.

В. Оствальд чувствовал и сознавал широкое признание в разгар своего научного творчества и не мог пожаловаться на забвение, когда отошел в сторону от магистрального пути движения науки.

Присуждение ему Нобелевской премии за работы по катализу, когда он прекратил исследования в этой области — яркий тому пример.

Два периода в своей научно-исследовательской деятельности различал сам Оствальд: первый период, когда он занимался проблемой химического сродства и электролитической диссоциацией, и второй — когда он со своими сотрудниками переключился на изучение проблем катализа.

Фундаментальный «Учебник общей химии» Оствальда, а также основанный им и Вант-Гоффом «Журнал физической химии», который кроме оригинальных исследований разных авторов содержит написанные самим Оствальдом рефераты и критические разборы всех важнейших работ, определили во многом дальнейшее развитие не только физической химии, но и всей современной химии вообще. «Резюмируя все это, — писал М. Г. Центнершвер, — мы приходим к заключению, что Оствальд... привел в систему весь накопившийся материал и указал путь для дальнейших исследований. Не в характере Оствальда погружаться в мелочи. По мере того, как физическая химия начинает дифференцироваться, по мере возрастания количества опытных и теоретических работ и специализации последних, Оствальд становится все более равнодушным к своему собственному детищу. Он слишком многосторонен, чтобы его могли покорить мелочи научной мозаики» [1, стр. 230].

С этими словами Центнершвера хорошо согласуется то, что Оствальд на склоне своих дней писал о наиболее продуктивном лейпцигском периоде своей жизни и о мотивах перехода из области химии в другие сферы деятельности.

Лейпцигский период деятельности Оствальда, казалось, был самым счастливым временем его жизни, когда он мог пробовать свои силы в избранной области, находиться в чудесном коллективе, где дружно работали сотрудники различных национальностей. Но, тем не менее, сам Оствальд,

не чувствовал себя счастливым. Рост в нескольких направлениях должен был взорвать оболочку, пригодную для работы в одной области. Первое время после того, как он сбрасывал прежнюю оболочку, Оствальд чувствовал себя не совсем уютно, но он довольно быстро приспособивался к новой ситуации и самым энергичным образом включался в разработку новых проблем, относящихся к различным областям науки.

Роли, которые сыграл Оствальд в химии в конце XIX в., могут быть сравнены с ролями, которые играли Берцелиус и Либих в первую треть этого столетия,— это роли систематизатора химических знаний, активного пропагандиста новых взглядов, инициатора создания новых журналов, национальных и международных объединений химиков, инициатора «наведения порядка» в системе атомных весов (прямая параллель с Берцелиусом), организатора научной школы, из которой вышли крупнейшие работники в различных областях физической химии.

Естественно, что все эти проблемы Оствальд не мог бы успешно решить, если бы он как исследователь не завоевал себе имя в химических кругах, если бы его личный вклад в развитие химической науки был бы равен нулю или ничтожен, если бы он не привлек для решения научных и практических задач своих многочисленных учеников и помощников.

Большой успех разносторонней деятельности Оствальда в области химии был обусловлен, кроме таких его качеств, как кипучая энергия и огромный организаторский талант, тем обстоятельством, что его инициатива была «созвучна времени», что он умел ставить и решать вопросы, облегчавшие и ускорявшие развитие химии.

В. Оствальд указывал, что университетский профессор должен действовать в трех направлениях: как учитель, как исследователь и как писатель*.

Если с этой точки зрения подвергнуть анализу деятельность многих крупных ученых, то мы убедимся, что они часто действовали только в одном направлении, иногда в

* В. Оствальд писал, «что из всех участков мозга, «заведующих» творческой деятельностью, у него более плодотворно и с неизменным успехом в течение всей его жизни работал участок мозга, «заведующий» литературной деятельностью» [2, т. II, стр. 314].

двух, и лишь немногие были в состоянии совершить тройную работу. Но и те рано или поздно уставали и были вынуждены выбрать науку или педагогику. Этот выбор встал и перед Оствальдом в 1904—1905 гг., когда сфера его деятельности значительно расширилась; он принял весьма оригинальное решение стать «свободным исследователем». Этот период его жизни, который длился с 1905 г. по день его смерти, имел свою кульминацию, когда активность его деятельности достигла своего максимума, на протяжении десяти лет, до начала первой мировой войны.

Трудно назвать в истории науки (по крайней мере, их очень мало) ученых, которые по разнообразию их интересов, широте их деятельности, необычайной активности, огромной (почти легендарной) литературной продуктивности, могут быть поставлены в один ряд с Оствальдом.

Если на Оствальда распространить классификацию, предложенную им для ученых, то его безоговорочно следует отнести к романтикам, причем он представляет классически завершенный тип романтика, для которого характерна разработка широкого круга вопросов, создание научной школы, активная пропаганда словом и делом своих взглядов, страстная полемичность и т. п.

Исключительная широта деятельности Оствальда питалась, конечно, широтой его интересов, исключительной активностью его натуры. Но нам кажется, что была еще одна причина разнохарактерности его деятельности: это отчетливое сознание и ощущение границ своей мощи в научно-исследовательской работе.

В. Оствальд, даже когда он находился на вершине своей научной славы, не склонен был переоценивать свое значение в истории науки. В этой связи интересно привести его следующие высказывания: «В истории науки определенно того периода мое имя тесно связано с именами Вант-Гоффа и Аррениуса, но это не потому, что нам принадлежат равные по значению открытия. В моей персоне был заключен организаторский фактор, без которого новая область науки не могла бы получить столь быстрого и богатого развития» [1, стр. 229].

Характеризуя свои отношения с Вант-Гоффом, Оствальд говорил, что «он (Вант-Гофф. — Авт.) знал, что я его считаю в нашем научном сообществе наиболее крупным уче-

ным, и я знал, что в организационных и практических вопросах он признавал мое руководство» [3]*.

Отсюда видно, что Оствальд, несмотря на свои заслуги в создании физической химии, ставил их гораздо ниже вклада, внесенного Аррениусом и Вант-Гоффом в химическую науку, он рассматривал этих ученых как подлинных творцов современной физической химии.

В. Оствальд понимал, что весь огромный заряд энергии, все силы своей богатой природы он не сможет с максимальным коэффициентом полезного действия использовать на поприще исследований в науке, в сфере только одной творческой деятельности в ней. Это обстоятельство в соединении с широтой его интересов и общественным темпераментом — определили многообразие сфер его деятельности, в каждой из которой он оставил определенный след.

В эпистолярном наследии, а также в «Автобиографии» можно найти много размышлений Оствальда по поводу его роли в науке, сравнительных оценок своего вклада в развитие физической химии с тем, что было сделано другими ее творцами, в частности его друзьями — Аррениусом и Вант-Гоффом. Оствальд подробно анализирует переломные моменты своей биографии и раскрывает мотивы многих своих действий, как в области научной работы, так и других сферах своей многогранной, не прекращавшейся до самой смерти деятельности.

Многие значительные события своей жизни, связанные с большими явлениями в науке и общественной жизни, Оствальд анализирует, имея в виду время их свершения, и ретроспективно, оглядывая их с высоты двух — четырех десятилетий, прошедших после того, когда время уже вынесло свой «приговор», и многое, недостаточно хорошо видевшееся и из-за своей новизны, и из-за «дымки сражений», окутывавших их, стало ясным, видимым с разных сторон.

В. Оствальд был глубоко уверен, что его имя как ученого, внесшего вклад в развитие физической химии, не преодолет «веков завистливую даль», но зато он, как творец энергетики, как создатель новой натурфилософской системы, надолго войдет в историю научного познания.

* Я. Вант-Гофф говорил об Оствальде: «Оствальд не удовлетворяется выработкой собственного взгляда, возможно, самой главной его потребностью является передача своих взглядов другим».

Но история, как известно, рассудила по-другому: он в нее вошел как «очень крупный химик и очень путаный философ»*.

Давно улеглись бури и страсти, которые подняла оствальдовская энергетика, но осталась страница в истории науки, запечатлевшая перипетии этой борьбы: высказывания больших ученых, современников Оствальда (Вант-Гоффа, Больцмана, Менделеева, Планка), выступивших с ее критикой; осталось выступление В. И. Ленина, который глубоко и тонко критически проанализировал энергетизм.

В. Оствальд — сложная и противоречивая фигура в истории науки: он один из творцов физической химии и неутомимый пропагандист новых прогрессивных направлений, и в то же время упорствующий антиатомист, предлагавший сдать в архив величайшее и неувыдаемое творение человеческой мысли — атомно-молекулярное учение. Оствальд — активный борец с многими формами реакции, в особенности с клерикальной реакцией, и «угревший» от шовинистического чада в годы первой мировой войны «патриот» (хотя и не в такой степени, как Габбер, Нернст и ряд других крупных ученых Германии), Оствальд — глашатай прогресса и непримиримый борец с застоєм во всех областях человеческой деятельности и человек, не понимавший революции, видевший в ней беспечную растрату энергии.

Но при всем этом в общественном смысле Оствальд был на несколько голов выше большинства немецких ученых, которые были или верноподданными кайзера, или, в лучшем случае, умеренными либералами.

В стране, где социал-демократическое движение перед первой мировой войной приобрело большой размах и оказывало влияние на миллионы людей, большинство ученых, однако, стояло в стороне от этого движения.

Оствальд был среди тех немногих представителей немецкой интеллигенции, кто на почве борьбы с религией был связан с социал-демократией.

Оствальда отличало понимание все углубляющейся интернационализации важнейших областей человеческой деятельности. Приветствуя эту тенденцию, он нема-

* В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 173.

ло поработал над осуществлением ряда ее конкретных аспектов.

В. Оствальда отличали также глубокий социальный оптимизм, неизменное подчеркивание того, что «золотой век» впереди и что его наступлению будет способствовать мощное развитие науки. «Только труд, одухотворенный большой нравственной идеей, ведет к решению коренных проблем жизни общества», — говорил Оствальд. Он видел путь к цели в развитии научно-технической цивилизации. «Химическая история культуры» — так называется одна из последних, не опубликованных рукописей Оствальда. В течение всей жизни перед Оствальдом стоял идеал естественнонаучного и технического воспитания человечества. В естествоиспытателях и инженерах он видел «кузнецов будущего». То, что в конце концов возникнет для человечества в результате осуществления всех обещаний благосостояния, безопасности и гармонии, Оствальд называл «раем, лежащим не позади, но впереди».

«Средств для повышения производительности земли с избытком хватит для прокормления рода человеческого, даже когда его численность увеличится во много раз, — утверждал Оствальд, — и можно считать, что очень еще далеко то время, когда придется прибегнуть к таким крайним средствам, как искусственное приготовление питательных продуктов. Все эти рассуждения главной своей целью имеют показать, что наука открывает перед нами такие возможности, о которых менее культурные времена и народы не смели помышлять. В этом отношении нельзя предвидеть никаких границ для физического развития и распространения человечества» [4]. Как видно из этих слов, Оствальд занимал весьма прогрессивную позицию по проблемам демографии, связывая их решение с успехами науки, и в частности, его точка зрения о соотношении между уровнем развития человеческого общества и темпами роста народонаселения — весьма сходна со взглядами некоторых современных ученых.

Слабость позиции Оствальда по этому вопросу заключалась в том, что он не замечал его социальной стороны. Да, действительно, в настоящее время с помощью науки можно значительно повысить урожайность полезных культур и тем самым ликвидировать голод во всех частях мира, где он имеется. Но возможность, созданная

наукой, может стать действительной только при условии радикального решения социально-экономических проблем, при условии ликвидации противоречия между общественным характером производства и частнособственной формой присвоения.

В. Оствальд стоял у колыбели многих начинаний, получивших весьма широкое развитие после второй мировой войны, когда роль науки во всех областях жизни значительно возросла.

Его призыв «сделать науку предметом научного анализа», не нашедший отклика в те годы, стал в настоящее время знаменем новой науки (науки о науке). Мысли и идеи Оствальда в этой области не утратили до сих пор своей свежести и актуальности.

Этот большой человек мог смотреть вперед и видеть мощное развитие явлений, которые в его время находились в эмбриональной стадии.

ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

1

1. *W. Ostwald*. How One Becomes a Chemist.— *J. Chem. Educ.*, 1953, в. 30, N 12, p. 606.
2. *В. Оствальд*. Школа химии. Одесса, 1907, стр. XIII.
3. *W. Ostwald*. Lebenslinien. Eine Selbstbiographie. Bd. I—III, Berlin, 1926—1927.
4. *Э. Э. Маргинсон*. История основания Тартуского (бывшего Дерптского — Юрьевского) университета. Л., 1954; см. также: *Э. Э. Маргинсон*. Исторические связи Тартуского (бывшего Юрьевского) университета с русской наукой. Таллин, 1951.
5. *В. Вересаев*. Воспоминания. М., Гослитиздат, 1946, стр. 311—312.
6. Биографический словарь профессоров и преподавателей Юрьевского (бывшего Дерптского) университета за сто лет его существования (1802—1902), т. I. Юрьев, 1902, стр. 247; см. также: *Н. Я. Ряго*. Из истории химического отделения Тартуского государственного университета.— *Тр. Ин-та истории естест. и техн.*, 1956, т. 12, стр. 112—117.
7. *П. Н. Чирвинский*. Искусственное получение минералов в XIX столетии. Киев, 1903; *Н. А. Торопов*. Работы отечественных ученых по синтезу силикатов.— Сб. «Материалы по истории отечественной химии». М., Изд-во АН СССР, 1953, стр. 258—263.
8. *W. Ostwald*. Ueber die chemische Massenwirkung des Wassers.— *J. prakt. Chem.*, 1875, Bd. 12, S. 264—270.
9. Цит. по: *А. Я. Кипнис*. Развитие химической термодинамики в России. М.—Л., «Наука», 1964, стр. 137.
10. *К. Гульдберг, П. Вааге*. Исследование сил химического сродства. Харьков, 1892, стр. 6—7.
11. *G. Ostwald*. *W. Ostwald — mein Vater*. Stuttgart — Berlin, 1953.
12. *W. Ostwald*. Volumchemische und optisch-chemische Studien. I. Über die zwischen Sauren und Basen wirkende Verwandtschaft.— *J. prakt. Chem.*, 1877, Bd. 16, S. 385—423; 1881, Bd. 22, S. 305—322.
13. Государственный архив Эстонской ССР, ф. 402, оп. 3, ед. хр. 1251, л. 36.
14. Цит. по: *P. Walden*. Wilhelm Ostwald. Leipzig, 1904, S. 12.

15. а) *П. И. Вальден*. Очерк развития химической лаборатории Рижского политехнического института.— Кн. «Ломоносовский сборник». М., 1901; б) *Я. П. Страдынь*. Химия в Рижском политехническом институте (1862—1918).— Уч. зап. Латвийск. ун-та (хим. фак-т), 1958, т. VI, стр. 307—325.
16. *Ю. И. Соловьев, Н. А. Фигуровский*. Сванте Аррениус. М., Изд-во АН СССР, 1958.
17. *S. Arrhenius*. Aus meiner Jugendzeit. Leipzig, 1913.
18. Архив С. Аррениуса. Стокгольм.
19. *Ю. И. Соловьев*. Письма Сванте Аррениуса П. И. Вальдену.— Вопросы истории естествознания и техники. 1956, вып. 2, стр. 262.
20. *В. Оствальд*. а) Энергия и ее превращения.— Русское богатство, 1888, № 7, б) Энергия и ее превращения. СПб., 1890.
21. Цит. по: *А. В. Лебединский, У. И. Франкфурт, А. М. Френк*. Гельмгольц. М., «Наука», 1966, стр. 43.
22. *В. Оствальд*. Цветоведение. М.— Л., 1926.
23. *W. Ostwald*. Ber. Verhandl. Sächsisch. Akad. Wiss. Math.-phys. Kl., 1921, Bd. 73, S. 283—291.
24. *W. Ostwald*. Abhandlungen und Vorträge allgemeinen Inhalts (1887—1903). Leipzig, 1904.
25. Arbeiten des physikalisch-chemischen Institut der Universität Leipzig aus den Jahren 1887 bis 1896. (Gesammelt und hrsg. *W. Ostwald*). Bd. I. Allgemeines. Die elektrische Leitfähigkeit gelösten Stoffe. Die Dissociation der Säuren. Die Dissociation der Basen; Bd. II. Bestimmung von Molekulargewichten. Das homogene Gleichgewicht. Das heterogene Gleichgewicht. Reaktionsgeschwindigkeit; Bd. III. Kontaktpotentiale. Theorie der Kette. Anwendung der Theorie der Kette. Polarisation; Bd. IV. Innere Reibung und Diffusion. Optische Verhältnisse. Thermische- und Volumverhältnisse. Physiko-chemische Untersuchung einzelner Stoffgruppen. Verschiedenes. Leipzig, 1897.
26. *W. Ostwald*. Das physikalisch-chemische Institut der Universität Leipzig und die Feier seiner Eröffnung. Leipzig, 1898, S. 30.
27. *В. Оствальд*. О катализе. СПб., 1903.
28. Архив АН СССР, ф. 474, оп. 3, № 898. В кн. *Ю. И. Соловьев, М. И. Каблукова, Е. Н. Колесников*. Иван Алексеевич Каблуков. М., Изд-во АН СССР, 1957, стр. 178—180.
29. *В. А. Кистяковский*. Вильгельм Оствальд.— Изв. АН СССР. ОМОН, 1939, № 4, стр. 431—444.
30. *В. Оствальд*. Великие люди. СПб., 1910.
31. *В. Оствальд*. Соединения и элементы. СПб., 1909.
32. *В. Оствальд*. Насущная потребность. М., 1912.
33. Архив АН СССР, ф. 474, оп. 3, № 32.
34. *W. Ostwald*. Svante August Arrhenius.— Z. phys. Chem., 1909, Bd. 69, S. V—XX.
35. *W. Ostwald*. Berzelius' «Jahresberichte» and the international organization of chemists.— J. Chem., Educ., 1955, v. 32, N 7, p. 373.
36. *Л. С. Полак, Ю. И. Соловьев*. Макс Планк как физико-химик.— Тр. Ин-та истории естест. и техн., 1959, т. 22, стр. 30—31.
37. *E. P. Hillpern*. Some Personal Qualities of Wilhelm Ostwald Recalled by a Former Assistant — Сб. «Chymia», 1949, v. 2, p. 61.
38. Архив АН СССР, ф. 610, оп. 4.

1. Ю. И. Соловьев. Очерки по истории физической химии. М., «Наука», 1964.
2. В. Оствальд. Насыщенная потребность. М., 1912, стр. 17.
3. С. Guldberg et P. Waage. Etudes sur les affinités chimiques. Christiania, 1867; русский перевод: К. М. Гульдберг и П. Вааге. Исследования сил химического сродства. Харьков, 1892; в 1899 появился немецкий перевод этой работы в серии «Ostwald's Klassiker» (N 104).
4. А. Я. Купнис. Гульдберг и его вклад в развитие физической химии.—Сб. «Очерки по истории химии». М., Изд-во АН СССР, 1963.
5. W. Ostwald. Volumchemische Studien. Ueber die zwischen Säuren und Basen wirkende Verwandtschaft.— J. prakt. Chem. 1876, N 16.
6. W. Ostwald. Volumchemische Studien über Affinität. Dorpat, 1877; Ostwald's Klassiker, N 250. Leipzig, 1966.
7. W. Ostwald. Volumchemische und optisch-chemische Studien. Dorpat, 1878; Ostwald's Klassiker, N 250, Leipzig, 1966.
8. В. Оствальд. О постоянных химических сродствах.— ЖРФХО, 1884, т. 16.
9. M. Pattison Muir. Phil. Mag. 1879, N 9. См. также его книгу: A. History of Chemical Theories and Laws. N Y., 1909, p. 407—409.
10. Научный архив Менделеева при Ленингр. ун-те.
11. Б. Н. Меншуткин. Жизнь и деятельность Николая Александровича Меншуткина. СПб., 1908, стр. 111.
12. Цит. по: У. И. Франкфурт, А. М. Френк. Д. В. Гиббс. «Наука», М., 1964.
13. Архив С. Аррениуса. Стокгольм.
14. W. Ostwald. Lebenslinien. Eine Selbstbiographie. Bd. I—III. Berlin, 1926—1927.
15. Ю. И. Соловьев. История учения о растворах. М., Изд-во АН СССР, 1959.
16. W. Ostwald. Elektrochemische Studien.— J. prakt. Chem., 1884, Bd. 30, S. 225—237; 1885, Bd. 31, S. 433—462.
17. W. Ostwald. Notiz über das elektrische Leitvermögen der Säuren.— J. prakt. Chem., (2), 1884, Bd. 30, S. 93; 1885, Bd. 31, S. 307, 433; Bd. 32, S. 300; 1886, Bd. 33, S. 352.
18. W. Ostwald. Zur Theorie der Lösungen.— Z. phys. Chem., 1888, Bd. 2.
19. W. Ostwald. Das Verdünnungsgesetz.— J. prakt. Chem., 1885, Ed. 31.
20. W. Ostwald. Über die Dissociationstheorie der Elektrolyte.— Z. phys. Chem., 1888, Bd. 2.
21. J. H. Van't Hoff und Th. Reicher. Über die Dissociationstheorie der Elektrolyte.— Z. phys. Chem., 1888, Bd. 2, S. 781.
22. W. Ostwald.— Z. phys. Chem., 1891, Bd. 8, S. 427.
23. W. Ostwald. Über die Affinitätsgrossen organischer Säuren und ihre Beziehungen zur Zusammensetzung und Konstitution derselben.— Z. phys. Chem., 1889, Bd. 3, S. 170—197; 241—288; 369—422.
24. В. Оствальд. Основные начала теоретической химии. М., 1894.
25. В. Нернст. Теоретическая химия. СПб., 1904, стр. 249.

26. *W. Ostwald*. Über die Farbe der Ionen.— *Z. phys. Chem.*, 1892, Bd. 9, S. 579—602.
27. Письмо Отвальда С. Аррениусу от 2 января 1892 г., Архив С. Аррениуса, Стокгольм.
28. *W. Ostwald*. Studien zur Bildung und Umwandlung fester Körper.— *Z. phys. Chem.*, 1897, Bd. 22, S. 289—330.
29. *Г. А. Лайгинен*. Химический анализ. М., «Химия», 1966.
30. *W. Ostwald*. Über die vermeintliche Isomerie des roten und gelben Quecksilberoxyds und die Oberflächenspannung fester Körper.— *Z. phys. Chem.*, 1900, Bd. 34, S. 495—503.
31. *H. Freundlich*. Kapillarchemie. Leipzig, 1909.
32. *W. Ostwald*. Lehrbuch der allgemeinen Chemie. Bd. 1, § 34. Leipzig, 1893.
33. *Г. А. Каблуков*. Über die elektrische Leitfähigkeit von Chlorwasserstoff in verschiedenen Lösungsmitteln.— *Z. phys. Chem.*, 1889, Bd. 4, S. 429.
34. *И. А. Каблуков*. Современные теории растворов (Вант-Гоффа и Аррениуса) в связи с учением о химическом равновесии. М., 1891.
35. *Ю. И. Соловьев, М. И. Каблукова, Е. В. Колесников, И. А. Каблуков*. М., Изд-во АН СССР, 1957, стр. 50—75.
36. *A. Wakeman*. *Z. phys. Chem.*, 1893, Bd. 11, S. 69.
37. *W. Ostwald*. Svante August Arrhenius.— *Z. phys. Chem.*, 1909, Bd. 69, S. VII—VIII.
38. *М. Г. Центнершвер*. Очерки по истории химии. Л., НХТИ, 1927, стр. 214.
39. *W. Ostwald*. *Z. phys. Chem.*, 1890, Bd. 6, S. 7.
40. *S. Arrhenius*. Aus meiner Jugendzeit. Leipzig, 1913, S. 13.
41. *W. Ostwald*. Theorie der Lösungen.— *Z. phys. Chem.*, 1891, Bd. 7.
42. *С. Пикеринг*. Современное положение гидратной теории растворов.— *ЖРФХО*, 1890, т. 22, 9, отд. II.
43. *W. Ostwald*. *Z. phys. Chem.*, 1891, Bd. 8, S. 237.
44. *S. Pickering*. Ber., 1892, Bd. 24, S. 3326.
45. *W. Nernst*. Theoretical Chemistry from the Standpoint of Avogadro's Rule and Thermodynamics. London, 1895.
46. *W. Ostwald*. *Z. phys. Chem.*, 1895, Bd. 16, S. 755.
47. *Г. Армстронг*. Природа химического взаимодействия и условия, его вызывающие.— *ЖРФХО*, 1897, т. 29, в. 2, отд. II, стр. 3.
48. См. 14.
49. *A. Scott*. An Introduction to Chemical Theory. London and Edinburgh, 1891.
50. *W. Ostwald*. *Z. phys. Chem.*, 1892, Bd. 9, S. 526.
51. Архив АН СССР, ф. 474, оп. 3, № 755.
52. *И. А. Каблуков*. С. Аррениус и его теория электролитической диссоциации.— Усп. физ. наук, 1928, т. 8, стр. 438.
53. *W. Ostwald*. *Z. phys. Chem.*, 1891, Bd. 8, S. 699.
- 54—55. *W. Ostwald*. Die wissenschaftliche Elektrochemie der Gegenwart und die technische der Zukunft.— *Z. phys. Chem.*, 1894, Bd. 15, S. 409—421.
56. *В. Отвальд*. Эволюция основных проблем химии. М., 1909.
57. *К. С. Кирхгоф*. О приготовлении сахара из крахмала.— Технологический журнал, 1812, т. 9, ч. I, стр. 27.
58. *А. Митгаш, Э. Теис*. От Дэви и Дёберейнера до Дикова. Харьков, ГНТИ, 1934.

59. В. И. Кузнецов. Развитие учения о катализе. М., «Наука», 1964, стр. 28—55.
60. В. Оствальд. Основы физической химии. СПб., 1911, стр. 397.
61. А. Williamson. Theory of etherification.— J. Chem. Soc., 1852, v. 4, p. 350—355.
62. Л. А. Чугаев. «Научное слово», 1903, книга V, стр. 166.
63. W. Ostwald. Die Einwirkung der Säuren auf Methylacetat.— J. prakt. Chem., 1883, Bd. 28, S. 449—495; см. также: В. Нернст. Теоретическая химия. СПб., 1904, стр. 450.
64. J. Walker. Z. phys. Chem., 1889, Bd. 4, S. 319.
65. W. Ostwald. Studien zur chemischen Dynamik.— J. prakt. Chem., 1887, Bd. 35, S. 112—121.
66. W. Ostwald. Zur Dissoziationstheorie der Elektrolyte.— Z. phys. Chem., 1889, Bd. 3, S. 598.
67. W. Ostwald. Über Oxydationen mittels freien Sauerstoffs.— Z. phys. Chem., 1900, Bd. 34, S. 248—252.
68. W. Ostwald. Abhandlungen und Vorträge allgemeinen Inhalts (1887—1903). Leipzig, 1904, S. 326—336; см. также: А. Миттасч. Lebensproblem und Katalyse. Mit klassischen Dokumenten aus der Geschichte der katalytische Forschung. Bd. 1, 1947; И. Р. Малина. Развитие исследований в области каталитического синтеза аммиака. Канд. диссерт., М., ИИЕиТ АН СССР, 1969.
69. Ф. Габер. Пять речей по химии. М., 1924, стр. 36—38.
70. А. Миттасч. Salpetersäure und Ammoniak Geschichtliche Entwicklung der Ammoniakoxydation bis 1920. Weinheim, 1953.
71. G. M. Schwab. Die wissenschaftliche und technische Nachwirkung von Ostwalds Katalysearbeiten.— Z. Elektr. Ber. Bunsenges. phys. Chem. 1953, Bd. 57, S. 878—883.
72. W. Ostwald. Über Autokatalyse.— Ber., 1891, Bd. 42, S. 190—192.
73. W. Ostwald. Z. phys. Chem., 1894, Bd. 15, S. 706.
74. W. Ostwald. Zur Energetik.— Wied. Ann., 1896, Bd. 58, S. 161.
75. W. Ostwald. Z. phys. Chem., 1899, Bd. 29, S. 190.
76. W. Ostwald. Phys. Zeit., 1902, Bd. 3, S. 313; см. также W. Ostwald. Über Katalyse. Leipzig, 1923, S. 14.
77. А. Миттасч. Ber., 1926, Bd. 59, S. 13.
78. В. Оствальд. Основания теоретической химии. М., 1902, стр. 389.
79. В. Оствальд. Катализ. М., 1903.
80. П. И. Старосельский, Ю. И. Соловьев. Н. А. Меншуткин. М., «Наука», 1969.
81. W. Ostwald. Studien zur Bildung und Umwandlung fester Körper.— Z. phys. Chem., 1897, Bd. 22, S. 289.
82. Nobel Lectures in chemistry. 1901—1921. Elsevier, 1966.
83. В. Оствальд. Naturphilosophie. М., 1904.
84. W. Ostwald. Das physikalisch-chemische Institut der Universität Leipzig und die Feier seiner Eröffnung. Leipzig, 1898, S. 30.
85. В. Оствальд. Колесо жизни. М., 1912.
86. W. Ostwald. J. R. Mayer über Auslösung. Nach einem bisher unveröffentlichten Manuscript herausgegeben von A. Mittasch. Weinheim, 1953.
87. В. Оствальд. Великие люди. СПб., 1910, стр. 81.
88. А. Миттасч. Wilhelm Ostwalds Auslösungslehre. Heidelberg, 1951.
89. В. Оствальд. Принципы химии. М., 1910.
90. W. Ostwald. Z. phys. Chem., 1904, Bd. 47, S. 127.
91. W. Ostwald. Z. phys. Chem., 1900, Bd. 34, S. 510.

92. *W. Ostwald*. Zur biologischen Grundlagung der inneren Medizin Dresden, 1928.
93. *В. Оствальд*. Энергетический императив. СПб., 1913, стр. 34.
94. *W. Ostwald*. Malerbriefe. Beiträge zur Theorie und Praxis der Malerei. Leipzig, 1904.
95. *С. О. Майзель*. Цвета, краски. Пг., 1923.
96. *В. Оствальд*. Цветоведение. М., 1926.
97. *W. Ostwald*. Künstliche Farbstoffe und die Kunst der Farbe. Leipzig, 1930.

3

1. *П. И. Вальден*. Теории растворов в их исторической последовательности. Пг., 1921.
2. *В. Оствальд*. Насущная потребность. СПб., 1912.
3. *Я. П. Страдынь*. К биографии Пауля Вальдена.— Сб. «Из истории естествознания и техники Прибалтики». Рига, 1968, т. 1 (VII), стр. 157—158.
4. *P. Walden*. Wilhelm Ostwald. Leipzig, 1904, S. 14.
5. *М. Г. Центнершвер*. Очерки по истории химии. Л., НХТИ, 1927, стр. 231.
6. *П. И. Вальден*. Двадцатипятилетие теории электролитической диссоциации и неводные растворы.— Сб. «Наука и жизнь», ч. 3, Пг., 1921, стр. 166.
7. *Ю. С. Мусабеков*. Юстус Либих. М., Изд-во АН СССР, 1962, стр. 147.
8. *В. Оствальд*. Великие люди. СПб., 1910.
9. *F. Donnan*. Ostwald memorial lecture.— J. Chem. Soc., 1933, p. 326.
10. *W. Ostwald*. Lebenslinien. Eine Selbstbiographie. Bd. I—III. Berlin, 1926—1927.
11. Архив С. Аррениуса, Стокгольм.
12. *Ю. И. Соловьев*. О неопубликованной работе В. А. Кистяковского «Гипотеза Планка—Аррениуса».— Ж. физ. хим., 1956, т. 30, вып. 8, стр. 1910—1915.
13. *W. Kistiakowsky*. Die wässerigen Lösungen von Doppelsalzen.— Z. phys. Chem., 1890, Bd. 6, H. 2, S. 97—121.
14. *И. А. Каблуков*. Описание некоторых музеев и лабораторий в Германии и Франции.— Журн. минист. народ. просв., 1890, октябрь, стр. 83—106.
15. *И. А. Каблуков*. Исторический обзор развития учения о неводных растворах.— Кн.: «Сборник трудов Первой Всесоюзной конференции по неводным растворам». Киев, 1935, стр. 16—77.
16. Архив АН СССР, ф. 474, оп. 3, № 755.
17. *Н. Н. Ушакова*. Николай Александрович Шилов. М., «Наука», 1966.
18. *Ю. И. Соловьев, К. А. Капустинская*. Из истории развития сольватной теории растворов.— Тр. Ин-та истории естеств. и техн. М., Изд-во АН СССР, 1960, т. 30, стр. 48—70.
19. *M. Travers*. William Ramsay. London, 1956.
20. *В. Оствальд*. Принципы химии. М., 1910, стр. IX.
21. *В. Оствальд*. Школа химии, т. I—II, Одесса, 1907—1909.
22. *В. Оствальд*. История электрохимии. СПб., 1911, стр. 10.

23. П. П. Алексеев. ЖРФХО, 1885, т. 17, вып. 8, стр. 216.
24. В. Оствальд. Основы физической химии. СПб., 1911.
25. В. Оствальд. Основы неорганической химии. М., 1914.
26. Цит. по: У. И. Франкфурт, А. М. Френк. Д. В. Гиббс. М., «Наука», 1964, стр. 99.
27. Оствальд — Лютер — Друкер. Физико-химические измерения. Л., ОНТИ, 1935.
28. В. Оствальд. Научные основания аналитической химии. Рига, 1896, предисловие П. И. Вальдена.

4

1. В. Оствальд. Naturphilosophie. М., 1904.
2. В. Оствальд. Учение об энергии. СПб., 1891; см. также: W. Ostwald. Z. phys. Chem., 1892, Bd. 9, S. 771.
3. В. Оствальд. Несостоятельность научного материализма и его преодоление. Рига, 1896.
4. В. Оствальд. Насущная потребность. СПб., 1912.
5. G. Helm. Die Lehre von der Energie. Leipzig, 1881; Die Energetik nach ihrer geschichtlichen Entwicklung. Leipzig, 1898.
6. W. Ostwald. Lebenslinien. Sine Selbstbiographie. Bd. I—III. Berlin, 1926—1927.
7. F. Adler. Bemerkungen über die Metaphysik in der Ostwaldschen Energetik., Leipzig, 1905.
8. Цит. по: Э. Мейерсон. Тожественность и действительность. СПб., 1912.
9. Э. Мах. Популярно-научные очерки. М., 1909, стр. 185.
10. В. Оствальд. Энергетический императив. СПб., 1913.
11. Н. А. Меншуткин. Очерки развития химических воззрений. СПб., 1888, стр. 82—83.
12. Г. Гегель. Наука логики. Кн. 1, М., 1929, стр. 251.
13. Д. И. Менделеев. Соч., т. XIII, стр. 336.
14. Д. И. Менделеев. Избр. соч., т. II, стр. 367—368.
15. У. И. Франкфурт, А. М. Френк. Джозайя Виллард Гиббс. М., «Наука», 1964.
16. W. Vancroft. J. phys. Chem., 1896, V. 1.
17. Л. Больцман. Очерки методологии физики. М., 1929.
18. В. Оствальд. Основные начала теоретической химии. М., 1891.
19. Ostwald's Klassiker, N 250. Leipzig, 1966, S. 119.
20. В. Оствальд. Основы неорганической химии. М., 1902.
21. W. Ostwald. Die stöchiometrischen Grundgesetze und die Atomtheorie.— Z. phys. Chem., 1909, Bd. 69, S. 506—511.
22. В. Оствальд. Школа химии. СПб., 1907, стр. IX.
23. В. Оствальд. Соединения и элементы. СПб., 1909.
24. М. Планк. Единство физической картины мира.— Сб. «Философия науки. Естественнонаучные основы материализма», ч. 1, вып. II, М.—Л., 1924, стр. 52.
25. В. Оствальд. Эволюция основных проблем химии. М., 1909, стр. 114.
26. Архив С. Аррениуса, Стокгольм.
27. С. Аррениус. Теории химии. СПб., 1907, стр. 38.

28. Д. А. Гольдгаммер. Наука и истина.— Научное слово, 1904, кн. 9—10, стр. 7.
29. J. Van't Hoff. Die Thermochemie.— Oesterreichische chemiker Zeitung, Wien, 1906, Ser. 2, Bd. 9, S. 53.
30. Я. Вант-Гофф. Зависимость между физическими и химическими свойствами и составом. СПб., 1903.
31. В. Нернст. Теоретическая химия. СПб., 1904, стр. 33.
32. ЖРФХО, 1896, т. 27, вып. 9, стр. 70—71.
33. Архив АН СССР (Ленинград), ф. 320, оп. 2, № 155, стр. 7.
34. Л. Больцман. Лекции по теории газов. М., 1956, предисловие.
35. А. Эйнштейн. Физика и реальность. М., 1965.
36. М. Планк. Единство физической картины. М., «Наука», 1966, стр. 12; см. также: сб. «Макс Планк» (1858—1958). Изд-во АН СССР, 1958, стр. 20—21.
37. Aus dem wissenschaftlichen Briefwechsel Wilhelm Ostwalds. Berlin, 1961.
38. Ю. И. Соловьев. Новые материалы о борьбе ведущих химиков и физиков с энергетическим учением Оствальда.— Вопросы философии, 1963, вып. 6, стр. 87—96.
39. А. М. Бутлеров. Соч., т. I, М., Изд-во АН СССР, 1957, стр. 70.
40. Д. И. Менделеев. Периодический закон. Основные статьи. «Классики науки». М., Изд-во АН СССР, 1958, стр. 577.
41. Д. И. Менделеев. Основы химии. Т. I. Изд. 12, М., ОНТИ, 1934, стр. 476.
42. А. Г. Столетов. Собр. соч., т. 2, 1944, стр. 320.
43. Э. Геккель. Мировые загадки. М., 1937, стр. 462—463.
44. К. А. Тимирязев. Наука и демократия. Госполитиздат, 1963, стр. 255—256.
45. О. А. Старосельская-Никитина. Поль Ланжевен. М., Физматгиз, 1962, стр. 68.
46. Ж. Перрен. Броуновское движение и действительность молекул. СПб., 1912, стр. 95—96.
47. А. Пуанкаре. Последние мысли. Пг., 1923, стр. 102, 104.
48. И. Ван-дер-Ваальс. Уравнение состояния.— ЖРФХО, 1911, т. 43, ч. хим., вып. 8, отд. II, стр. 184.
49. В. Оствальд. Основы физической химии. СПб., 1911.
50. М. А. Блох. Жизнь и творчество Вант-Гоффа. Пг., 1923, стр. 56.
51. В. Оствальд. История электрохимии. СПб., 1911, стр. 246.
52. Луи де Бройль. По тропам науки. М., ИЛ, 1962, стр. 170.
53. Луи де Бройль. Революция в физике. Госатомиздат, М., 1963, стр. 46.
54. В. Гейзенберг. Физика и философия. М., ИЛ, 1963.
55. Фейнман, Лейтон, Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Ч. I, М., «Мир», 1965, стр. 23.

5

1. В. Оствальд. История электрохимии. СПб., 1911.
2. В. Оствальд. Великие люди. СПб., 1910.
3. В. Оствальд. Энергетический императив. СПб., 1913.
4. В. Оствальд. О научном и техническом образовании.— ЖРФХО, 1898, т. 30, в. 1, отд. 2.

5. В. Оствальд. Насущная потребность. М., 1912.
6. В. Оствальд. Организация и организаторы. Ч. II. М., 1912.
7. В. Оствальд. Изобретатели и исследователи. СПб., 1909.
8. В. Оствальд. Эволюция основных проблем химии. М., 1909.
9. А. М. Бутлеров. О химическом строении вещества.— Сб. «Столетие теории химического строения». М., Изд-во АН СССР, 1961, стр. 46.
10. W. Ostwald. Elektrochemie. Ihre Geschichte und Lehre. Leipzig, 1895.
11. В. Оствальд. Naturphilosophie. М., 1904.
12. Б. М. Кедров. Классификация наук. Т. II. М., «Мысль», 1965, стр. 69.
13. W. Ostwald. Auguste Comte. Leipzig, 1914.
14. W. Ostwald. Die Pyramide der Wissenschaften. Leipzig, 1929.
15. W. Ostwald. Forschungsinstitute, ihre Geschichte, Organisation und Ziele. Hamburg, 1929.
16. Д. Бернал, А. Л. Макней. На пути к «науке о науке».— Вопросы философии, 1966, № 7, стр. 159.
- 16а. W. Ostwald. Abhandlungen und Vorträge allgemeinen Inhalts (1887—1903). Leipzig, 1904.
17. В. Оствальд. Школа химии. Одесса, 1909, стр. VII.
18. G. Grau. Die Wandlung des deutschen Lomonossow-Bildes am Anfang des 20. Jahrhunderts.— Z. Slavistik, 1961, Bd. 6, H. 4, S. 529—530.
19. Архив АН СССР, ф. 327, оп. 2, № 198, л. 1.
20. В. Н. Мещуткин. М. В. Ломоносов, der erste russische Chemiker und Physiker.— Ann. Naturphilos., 1905, Bd. 4, S. 204—225.
21. М. В. Ломоносов. Physikalisch-chemische Abhandlungen, herausg. von В. Н. Мещуткин und М. Speter. Ostwald's Klassiker, N 178. Leipzig, 1910.
22. W. Ostwald. Lehrbuch der allgemeinen Chemie. Bd. II. Leipzig, 1893, S. 54.
23. Из неопубликованной переписки Д. И. Менделеева.— Вопросы истории естествознания и техники, 1957, вып. 3, стр. 180.
24. В. Оствальд. Принципы химии. М., 1910, стр. VIII.

6

1. В. Оствальд. Энергетический императив. СПб., 1913.
2. В. Оствальд. Насущная потребность. М., 1912.
3. W. Ostwald. Lebenslinien. Eine Selbstbiographie. Bd. I—III. Berlin, 1926—1927.
4. Архив С. Аррениуса, Стокгольм.
5. G. Ostwald. W. Ostwald — mein Vater. Stuttgart — Berlin, 1953.
6. В. Оствальд. Naturphilosophie. М., 1904, стр. 33.
7. В. Оствальд. Международный язык. М., 1908.
8. Э. Свадост. Как возникает всеобщий язык? М., «Наука», 1968, стр. 245—246.
9. W. Ostwald. Chemische Weltliteratur.— Z. phys. Chem., 1911, Bd. 76, S. 1—20.

10. Э. Геккель. Мировые загадки. М., 1937.
11. W. Ostwald. Wissenschaft contra Gottesglauben. Leipzig, 1960.
12. F. Herneck. W. Ostwald. Urania, 1961, S. 436.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. М. Г. Центнершвер. Очерки по истории химии. Л., НХТИ, 1927.
2. W. Ostwald. Lebenslinien. Eine Selbstbiographie. Bd. I—III. Berlin, 1926—1927.
3. H. Staudé. Wilhelm Ostwald und die physikalische Chemie. Karl-Marx-Universität. Leipzig, Bd. I, S. 488.
4. В. Оствальд. Колесо жизни. М., 1912, стр. 79.

СПИСОК КНИГ В. ОСТВАЛЬДА

1. Volumchemische Studien über Affinität. Dorpat, 1877; см. также: Ostwald's Klassiker, N 250. Leipzig, 1966.
2. Volumchemische und optisch-chemische Studien. Dorpat, 1878; см. также: Ostwald's Klassiker, N 250. Leipzig, 1966.
3. Lehrbuch der allgemeinen Chemie, Bd. I—II. Leipzig, 1885—1887; 2. Aufl. Leipzig, 1891—1893.
4. Die Energie und ihre Wandlungen. Leipzig, 1888; русский перевод: Энергия и ее превращения. «Русское богатство», 1888, № 7.
5. Grundriss der allgemeinen Chemie. Leipzig, 1889; русский перевод: Основные начала теоретической химии. М., 1891.
6. Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen. Leipzig, 1893.
7. Elektrochemie. Ihre Geschichte und Lehre. Leipzig, 1895.
8. Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie. Leipzig, 1894; русский перевод: Научные основания аналитической химии. Рига, 1896.
9. Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus. Leipzig, 1895; русский перевод: Несостоятельность научного материализма. Рига, 1896.
10. Aeltere Geschichte der Lehre von den Berührungspunkten. Leipzig, 1897/98.
11. Das physikalisch-chemische Institut der Universität Leipzig und die Feier seiner Eröffnung am 3. Jan. 1898. Leipzig, 1898.
12. Grundlinien der anorganischen Chemie. Leipzig, 1900 (5-е нем. изд., 1922); русский перевод: Основы неорганической химии. М., 1902; Основы неорганической химии. М., 1914.
13. Über Katalyse. Leipzig, 1902; русский перевод: Катализ. М., 1903.
14. Vorlesungen über Naturphilosophie. Leipzig, 1902; русский перевод: Философия природы. СПб., 1903; Naturphilosophie. М., 1903.
15. Die Schule der Chemie, Bd I—II. Braunschweig, 1903; русский перевод: Школа химии. Одесса, 1907—1909.
16. Abhandlungen und Vorträge allgemeinen Inhalts (1887—1903) Leipzig, 1904.

17. Elemente und Verbindungen. Leipzig, 1904; русский перевод: Соединения и элементы. СПб., 1909.
18. Malerbriefe. Beiträge zur Theorie und Praxis der Malerei. Leipzig, 1904.
19. R. W. Bunsen. Leipzig, 1905.
20. Kunst und Wissenschaft. Leipzig, 1905.
21. Die internationale Hilfssprache und das Esperanto. Berlin, 1906.
22. Leitlinien der Chemie. Leipzig, 1906; русский перевод: Путеводные нити в химии. М., 1908; Эволюция основных проблем химии. М., 1909.
23. Die chemische Reichsanstalt. Leipzig, 1906.
24. Principien der Chemie. Leipzig, 1907; русский перевод: Принципы химии. М., 1910.
25. Die Energie. Leipzig, 1908.
26. Erfinder und Entdecker. Frankfurt, 1908; русский перевод: Изобретатели и исследователи. СПб., 1909.
27. Grundriss der Naturphilosophie. Leipzig, 1908.
28. Große Männer. Leipzig, 1909; русский перевод: Великие люди. СПб., 1910.
29. Die Einheit der physiko-chemischen Wissenschaften. Berlin und Leipzig, 1909.
30. Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaft. Leipzig, 1909.
31. Wider das Schulelend. Leipzig, 1909.
32. Einführung in die Chemie. Stuttgart, 1910; русский перевод: Введение в изучение химии. М., 1910.
33. Die Entwicklung der Elektrochemie in gemeinverständlicher Darstellung. Leipzig, 1910; русский перевод: История электрохимии. М., 1911.
34. Die Forderung des Tages. Leipzig, 1910; русский перевод: Насущная потребность. СПб., 1912.
35. Die Mühle des Lebens. Leipzig, 1911; русский перевод: Колесо жизни. М., 1912.
36. Monistische Sonntagspredigten. 1. Leipzig, 1911; см. также: Wissenschaft contra Gottesglauben. Leipzig, 1960.
37. Sprache und Verkehr. Leipzig, 1911.
38. Das wissenschaftliche Weltformat. Ansbach, 1911.
39. Denkschrift über Gründung eines internationalen Instituts für Chemie. Leipzig, 1912.
40. Das Gehirn der Welt. München, 1912.
41. Der energetische Imperativ. Leipzig, 1912; русский перевод: Энергетический императив. СПб., 1913.
42. Die Organisierung der Organisatoren. München, 1912; русский перевод: Организация и организаторы. М., 1912.
43. Monumentales und dekoratives Pastell. Leipzig, 1912.
44. Secundäre Weltformate. München, 1912.
45. Gegen den Monismus. Leipzig, 1913.
46. Die Philosophie der Werte. Leipzig, 1913.
47. Weltformate für Drucksachen. Ansbach, 1913.
48. Auguste Comte. Der Mann und sein Werk. Leipzig, 1914.
49. Ernst Haeckel. Leipzig, 1914.
50. Moderne Naturphilosophie. Leipzig, 1914.
51. Die Farbenfibel. Leipzig, 1917.
52. Der Farbenatlas. Leipzig, 1918.

53. Die Farbenlehre. Leipzig, 1918; русский перевод: Цветоведение. М., 1926.
54. Goethe, Schopenhauer und die Farbenlehre. Leipzig, 1918.
55. Die Harmonie der Farben. Leipzig, 1918.
56. Einführung in die Farbenlehre. Leipzig, 1919.
57. Der Farbkörper und seine Anwendung zur Herstellung farbiger Harmonien. Leipzig, 1919.
58. Die Farbschule. Leipzig, 1919.
59. Die chemische Literatur und die Organisation der Wissenschaft. Leipzig, 1919.
60. Farbnormen. Leipzig, 1920.
61. Zur Geschichte der Farbzeichen. Leipzig, 1920.
62. Die wertgleichen Kreise. 1920.
63. Die Harmonie der Formen. Leipzig, 1922.
64. Die Welt der Formen. Leipzig, 1922/23.
65. Die Farbkreise. Leipzig, 1923.
66. Farbkunde. Leipzig, 1923.
67. Farbnormen-Atlas. Leipzig, 1923/24.
68. Michail Faraday. Zürich, 1924.
69. Die Farbtonleitern. Leipzig, 1924.
70. Die Harmothek. Leipzig, 1926.
71. Lebenslinien. Eine Selbstbiographie. Bd. I—III. Berlin, 1926—1927.
72. Zur biologischen Grundlegung der inneren Medizin. Dresden, 1928.
73. Alte und neue Bücher. Leipzig, 1929.
74. Die Pyramide der Wissenschaften. Stuttgart, 1929.
75. Künstliche Farbstoffe und die Kunst der Farbe. 1930.
76. Die Maltechnik jetzt und künftig. Leipzig, 1930.
77. Goethe, der Prophet. Leipzig, 1932.

ЛИТЕРАТУРА О В. ОСТВАЛЬДЕ

- J. H. Vant-Hoff.* Friedrich Wilhelm Ostwald.— *Z. phys. Chem.*, 1903, Bd. 46, S. I—XV (имеется библиография трудов Оствальда до 1903 г.)
- P. Walden.* Wilhelm Ostwald. Leipzig, 1904.
- H. Freundlich.* Wilhelm Ostwald zum 70. Geburtstag.— *Naturwissenschaften*, 1923, Bd. 11, S. 731.
- A. Findlay.* W. Ostwald.— *Nature*, 1932, v. 129, p. 750—751.
- P. Günther.* Wilhelm Ostwald.— *Angew. Chem.*, 1932, Bd. 45, S. 489—496.
- W. Nernst.* W. Ostwald.— *Z. Elektrochem.*, 1932, Bd. 38, S. 337—341.
- P. Walden.* W. Ostwald.— *Ber. Dtsch. chem. Ges.*, 1932, N 8/9, S. 101—141.
- W. D. Bancroft.* W. Ostwald.— *J. Chem. Educ.*, 1933, v. 10, p. 539—542, 609—613.
- F. G. Donnan.* Ostwald memorial lecture.— *J. Chem. Soc. London*, 1933, p. 316—322.
- B. А. Кустяковский.* В. Оствальд.— *Изв. АН СССР, отд. мат. и естеств. наук*, 1934, № 4, стр. 431—442.
- H. Zeishold.* W. Ostwald's Colour Theory. N. Y., 1938.
- E. P. Hillpern.* Some Personal Qualities of Wilhelm Ostwald Recalled by a Former Assistant.— *Сб. «Chymia», Philadelphia*, 1949, v. 2, p. 57—64.
- A. Mittasch.* Wilhelm Ostwalds Auslösungslehre. Heidelberg, 1951.
- U. F. Franck.* W. Ostwalds Anregungen für die physikalische Chemie elektrobiologischer Vorgänge.— *Z. Elektrochem.* 1953, Bd. 57, S. 883—889.
- P. Günther.* W. Ostwalds Wierken in seiner Zeit.— *Angew. Chem.* 1953, Bd. 65, N 20, S. 497—502; *Z. Elektrochem.* 1953, Bd. 57, N 10, S. 868—874.
- G. Kortüm.* Das Ostwaldsche Verdünnungsgesetz und der Begriff der elektrolytischen Dissoziation.— *Z. Elektrochem.*, 1953, Bd. 57, S. 874—878.
- A. Mittasch.* Erinnerungen an Wilhelm Ostwald. *Angew. Chem.*, 1953, Bd. 65, N 20, S. 508—510.
- G. Ostwald.* W. Ostwald — mein Vater. Stuttgart — Berlin, 1953.
- J. R. Partington.* W. Ostwald (1853—1932).— *Nature*, 1953, N 4374 p. 380—381.

- G. *M. Schwab*. Die wissenschaftliche und technische Nachwirkung von Ostwalds Katalysearbeiten.— Z. Elektrochem., 1953, Bd. 57, S. 878—883.
- M. *Trautz*. Erinnerungen an Wilhelm Ostwald 1900—1903.— Angew. Chem., 1953, Bd. 65, N 20, S. 514—515.
- P. *Walden*. Erinnerungen an W. Ostwald's Rigaer Professorentätigkeit 1881—1887.— Angew. Chem., 1953, Bd. 65, N 20, S. 511—513.
- E. *Buchwald*. Über Farbenlehre. Die Farbenlehre W. Ostwalds.— Wiss. Z., 1953—1954, Jg. 3, H. 3/4, S. 309—319.
- G. *Ostwald*. Wilhelm Ostwald.— Z. wiss. Photographie, 1954, Bd., 49, S. 127—130.
- E. *Fischer*. Justus von Liebig und Wilhelm Ostwald.— Naturwiss. Rundschau, 1955, N 2, S. 49—53.
- Walter Ostwald*. Recollections of W. Ostwald, my Father.— J. Chem. Educ., 1957, v. 34, N 7, p. 328.
- F. *Herneck*. W. Ostwald — ein großer Naturforscher und streitbarer Atheist.— кн. «W. Ostwald. Wissenschaft contra Gottesglauben». Leipzig, 1960.
- H. G. *Körber*. Предисловие и введение к книге «Aus dem wissenschaftlichen Briefwechsel Wilhelm Ostwalds», Bd. 1. Berlin, 1961.
- F. *Herneck*. Wilhelm Ostwald. В кн.: Von Liebig zu Laue. Berlin, 1963, S. 260—290.
- J. *Stradinš*. Cilveki, eksperimenti, idejas. Riga, 1965, lpp. 165—215.
- F. E. *Wall*. Wilhelm Ostwald.— Сб. «Selected Readings in the History of Chemistry», 1965, p. 110.
- G. *Harig, I. Strube*. Zur Stellung W. Ostwald in der Geschichte der Chemie.— Сб. «Ostwald's Klassiker», N 250. Leipzig, 1966.
- J. I. *Solovjow* und N. I. *Rodny*. Russische Wissenschaftler im Leipziger Laboratorium von Wilhelm Ostwald.— Schriftenreihe für Geschichte der Naturwiss., Techn. und Med., 1967, H. 9, S. 50—59.
- Ю. И. *Соловьев*. В. Оствальд как воспитатель международной школы физико-химиков.— Сб. «Из истории естествознания и техники Прибалтики», т. I (VII). Рига, 1968, стр. 147—156.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Здесь мы приводим некоторые неопубликованные письма В. Оствальда С. Аррениусу (из архива Аррениуса, Стокгольм). На наш взгляд, эти письма служат ценным дополнением к основному тексту книги, характеризуя иногда более подробно ту или иную сторону многогранной деятельности Оствальда. Передавая аромат личной переписки двух крупных ученых, письма оживляют их образы и дают возможность проникнуть в интересные детали, которых не найдешь в опубликованных работах. Некоторые из приведенных писем публикуются с небольшим сокращением. Письма даны в переводе Т. Н. Кладо, которой авторы приносят свою благодарность.

ПИСЬМА В. ОСТВАЛЬДА С. АРРЕНИУСУ

12 сентября 1902, Гроссботен

Дорогой друг!

Некий доктор О. Сернек пишет мне, что он собирается устроить в Гьерде (Сондфиорд) фабрику синтетического аммиака и что он будет просить тебя в свое время (поскольку он тебя знает) осмотреть ее и дать о ней отзыв. Он хочет, чтобы я присоединил к этому делу свой способ окисления аммиака в азотную кислоту и привлек к его делу капиталистов, которые могли бы обеспечить производство в большом масштабе. Можешь ли ты что-либо сообщить мне о д-ре Сернеке? Я знаю его лишь по письмам; он хочет получать NH_3 посредством синтеза под очень большим давлением, что принципиально вполне разумно.

У меня все хорошо, я около 6 недель занят своей «Энергией» и чувствую себя прекрасно; жена и дети тоже вполне благополучны. Мой старший сын Вольфганг будет в конце сентября делать доклад или несколько докладов на съезде естествоиспытателей в Карлсбаде. Мои технические предприятия еще не вышли из стадии опытов; с азотной кислотой окисление NH_3 идет, правда, без всяких затруднений, но конденсация паров кислоты еще является неполной. Затем я еще разработал метод копировки фотографических негативов и т. п. каталитическим путем и жду от него хороших результатов, можно получать изображения при длительности контакта менее $1/5$ секунды. Но и это еще не завершено. Из моего учебника *, наконец, готов 3-й том, но мне предстоит писать еще 4-й. Кроме того, я сейчас пишу маленький учебник химии ** для самых юных начинающих, в форме диалога, что доставляет мне большое удовольствие. Наконец, я занимаюсь книгой о физико-химических проблемах в живописи. Из моих «Annalen der Naturphilosophie» вскоре будет начат 2-й том; имеется уже около 500 подписчиков, и журнал уже может существовать самостоятельно.

* Lehrbuch der allgemeinen Chemie (прим. авт.).

** Имеется в виду учебник для средних школ «Школа химии», первое немецкое издание которого вышло в 1903 г. (прим. авт.).

В лаборатории д-р Лютер и его ученики делают очень хорошие вещи, у меня самого мало склонности к экспериментированию.

Так вот, я написал тебе все, что имел сообщить, подай и ты поскорей признак жизни

твоему старому другу

В. Оствальду.

Моя семья шлет сердечный привет.

26 февраля 1905, Лейпциг

Дорогой друг!

Сердечно благодарю за твое письмо; мне тоже очень жаль, что я тебя не видел. Известие, что я хочу уходить в отставку, содержит долю правды; я принял это решение из-за враждебного отношения здешнего факультета. Лаборатория вряд ли будет мне нужна, потому что я сейчас занят экспериментальной работой (одновременно посылаю тебе оттиск), которую можно выполнить дома простейшими средствами. Я уже объявил об уходе с 31 августа и, вероятно, летом буду преимущественно занят «Энергией», которую я хочу перестроить и сделать более удобной. Где я поселюсь, я еще не решил. Денежных забот у меня, вероятно, не будет, потому что мои книги все время продаются очень хорошо. Чтение лекций и в особенности лабораторные занятия прямо-таки делают меня больным, так мне нужно для них напрягаться, а между тем я могу прекрасно думать, писать и немного экспериментировать. При таких обстоятельствах я должен сделать соответствующие выводы, и так как здешний факультет объявил, что положение «академика» противоречит правилам университета, то мне ничего не остается, как искать положения вне университета. Я думаю, что в качестве свободного человека буду чувствовать себя очень счастливым, и надеюсь, что для этого еще не поздно.

При таких условиях я не могу посоветовать твоим гг. Бенедикту и Тенову приехать сюда, так как можно сказать с уверенностью, что они от меня ничего не получают. Впрочем, здесь есть Лютер, который, вероятно, останется и несколько семестров при моем преемнике. Во всяком случае, если они вскоре объявятся, место для них найдется.

Меня очень интересует, как будут развиваться твои работы по сывороткам. На возражение, что яд будет одинаково скопляться в клеточках независимо от того, вполне ли он свободен или частично разложен, можно ответить, что и концентрация скопившегося яда, отделившейся свободной части, остается пропорциональной (чему?), ибо ведь абсолютной связности не бывает. А физиологическое действие, вероятно, определяется концентрацией в клетке.

Дома все довольно благополучно; жена еще не здорова, но ее состояние решительно улучшается. Я очень доволен, что всякие колебания закончились, и моя судьба решилась. Дети неопишимо радуются «Энергии». Сердечные приветы от всех.

Твой старый друг

В. Оствальд.

12 января 1910. Гроссботен

Дорогой друг Сванте!

Жена уже сообщила вам обоим, что мы благополучно и весело возвратились домой. Там меня ждали целые горы писем и других дел, и каждый день приходят новые. В ближайшие недели мне предстоит прочесть 10 докладов, и вот за несколько часов до отъезда на доклад я сел написать тебе пару слов.

Я сейчас собираюсь выпустить новую книгу, смесь автобиографии и маленьких статей, которая будет тем самым носить более личный характер, чем все мои прежние книги. Эта книга, под заглавием «Die Forderung des Tages» * должна распространяться по дешевой цене; я хотел бы посвятить ее тебе и прошу тебя ответить в нескольких словах, согласен ли ты на это.

Далее, мне хочется получить от тебя историческую или натурфилософскую статью для первого выпуска нового тома моих «Annalen der Naturphilosophie». Мне кажется, что я устно уже просил тебя об этом, но не могу вспомнить, что ты ответил. Было бы очень хорошо, если бы ты мог мне что-либо прислать и притом скоро.

Мы часто вспоминаем с удовольствием и благодарностью об уютных днях в твоём доме и от всего сердца шлем вам оба свой привет.

Твой старый друг

В. Оствальд.

28 сентября 1914. Гроссботен

Дорогой друг!

Прежде всего сердечно поздравляю с прибавлением семейства. Как утешительно, что эти общие человеческие дела идут своим чередом, несмотря на мировой пожар, охвативший сейчас Европу и требующий ежедневно сотни, даже тысячи жертв.

Далее, сердечно благодарю тебя за то, что ты среди бурь современности вспомнил о моем рожденье. Мы праздновали его совсем иначе, чем в прошлом году. Моя жена и дочери, и сын Вальтер, из-за своих глаз совершенно негодный к военной службе и поэтому вынужденный остаться дома **, устроили большой детский праздник...

...В общем, дела здесь идут приблизительно также. После первых потрясений и переживаний в дни мобилизации, все мирно идет своей обычной дорогой. Цены на продукты и общие условия существования претерпели пока мало изменений, но только людям тех профессий, которые работают по изготовлению не необходимых предметов, приходится сейчас трудно.

* В 1912 г. появился перевод этой книги на русский язык под заглавием «Насущная потребность» (прим. авт.).

** Вольфганг и Отто — на фронте (прим. Оствальда.).

Ты жалуешься в своем письме на разрушения в Лувене. Но сейчас, вероятно, и до Швеции дошли сведения о том, что дело идет о шестой или, самое большое, о пятой части города, которая почти сплошь состоит из современных зданий, так что фактической потерей может считаться только библиотека. Также и Реймский собор хотя и поврежден, но отнюдь не разрушен... Ты, может быть, помнишь, что в начале войны всюду распространялось известие, будто французские летчики полностью уничтожили Нюрнберг. Художественное значение Нюрнберга, как тебе известно, во всяком случае не меньше, чем Лувена или Реймса. Однако я не могу вспомнить, чтобы тогда было произнесено хоть одно слово осуждения против французов, которые произвели это разрушение. С другой стороны, мы можем, как естествоиспытатели, констатировать, какое решающее значение имеют для этой войны точные науки и их применение — техника. С одной стороны — организация немецкой армии, которая несравненно лучше, чем во всех других армиях, с другой стороны — технические средства, которые у нас развивались быстрее и совершеннее, чем у противников. Ты, помнишь, может быть, статью, написанную моим сыном Вальтером, об энергетике транспорта. Он указал на то, что до сих пор транспорт развивается на предельных поверхностях между двумя фазами, именно, на границе твердое тело — газообразное, на поверхности земли, а на границе жидкое — твердое, на дне моря, еще пока не развилась. Труднее, чем движение в двух фазах, оказывается движение в одной фазе, внутри воздуха, воды и земли. Это — воздушные корабли и подводные лодки, высочайшее техническое развитие которых имело место как раз у нас. И здесь третья возможность, движение внутри земли, еще не развилось. Ты видишь, что по отношению к войне даже общая химия и учение о фазах могут сказать свое слово.

Недавно я обращался в наш департамент иностранных дел с предложением совершить путешествие в Данию и Швецию, чтобы провести работу в духе научного интернационализма, за более справедливое отношение к немцам. Не знаю, какой ответ я получу.

Здесь у нас некоторые профессора, среди них такие выдающиеся люди, как Эрлих и другие, предприняли нечто вроде гражданского похода против англичан, возвратив им обратно присужденные им научные отличия, т. е. публично от них отказались. Я и некоторые другие коллеги противодействовали этому движению, ибо мне кажется неправильным переносить военные операции, для которых существует армия, в область невоенных отношений.

Международная область науки менее всего может явиться полем для подобных действий. Естественно, что в такое полное возбуждения время и национальный шовинизм развивается очень пыльным цветом, но у нас все идет сравнительно спокойно...

Ты видишь, дорогой друг, что в эти дни общие мысли вытесняют личные. Я не могу, однако, закончить, не послав самых сердечных пожеланий твоей жене и маленькой дочурке, к чему присоединяется и весь мой дом.

Твой старый друг

В. Освальд.

февраль 1919, Гроссботен

Дорогой старый друг!

Надеюсь, это письмо придет вовремя, чтобы передать тебе самые искренние поздравления мои и всей моей семье по случаю твоего шестидесятилетия *. Если бы мы жили в более хорошие времена, это было бы международное научное торжество, и я был бы в Стокгольме, чтобы лично высказать тебе все хорошие воспоминания и пожелания, какие у меня на душе, и встретил бы там много старых друзей со всех концов света. А сейчас личная судьба, как бы ни была значительна личность, заслонена шумом и тяготами времени, когда себя проявляют только крикуны и толкачи, а культурные работники, которые создают истинные ценности для человечества, отеснены на задний план.

Мы оба, ты и я, можем сказать, что провели нашу жизнь в служении человечеству, и подарили ему неизмеримо больше, чем дали нам, как воздаяние, наши современники, в виде отличий и материального обеспечения. Наших достижений не затрагивают политические революции...

Как противоположность тому, что ты сообщил мне о постановлении Парижской академии, я узнал из газет, что Американское химическое общество исключило меня (вместе с Фишером и Нернстом) за то, что мы делали гадкие вещи для войны. Не знаю, что делали они оба, но я сам за все время войны вообще не делал ничего химического для военного управления или для правительства...

Но довольно о грустных вещах, совсем не подходящих для праздника. Будем надеяться, что судьба еще подарит нам личное свидание, здесь или в Стокгольме. Тогда я лучше сумею высказать тебе все, что переполняет меня при мысли о твоём 60-летии.

С сердечным приветом от дома дому

Твой старый друг.

31 июля 1919, Гроссботен

Мой дорогой друг,

...Я не знаю, как пережил бы последние тяжелые годы, если бы у меня не было моей научной работы. Надеюсь, что за это время ты немного проглядел мое «Farbenlehre» и увидел, что там получилось кое-что не только с субъективной точки зрения. Я развил пока законы гармонии красок и довольно подробно испытал их экспериментально, так что мне удалось построить «цветовой орган» из 680 тонов, при помощи которого я могу получать любую гармонию... Есть надежда на искусство красок, которое сможет стать рядом с искусством звуков.

В то же время учение о цвете в своей новой форме воспринимается так легко и успешно, что в Лейпциге и Вюртемберге преподавание уже соответственно преобразовано. Недалеко время, когда все обиходные предметы и т. п., где приходится иметь дело

* С. Аррениус родился 19 февраля 1859 г. (прим. авт.).

с окраской, будут окрашиваться так гармонично, что глаз с удовольствием будет на них останавливаться.

...Мои три сына все заняты разнообразной и плодотворной работой. Вольфганг рассказывает мне, что он еще никогда не получал столько рукописей для своего Коллоидного журнала, как сейчас. И лаборатории сейчас переполнены; научные результаты выявятся, правда, большей частью лишь через несколько лет. Я поэтому отнюдь не озабочен тем, что у нас будто бы гибнет наука, и если англичане и американцы, которые прежде приезжали к нам учиться, теперь не придут, то не мы будем в убытке. Вальтер и Отто работают в области энергетического хозяйства, материалов и двигателей.

Итак, здесь все переключается постепенно на мирную работу. Я сам должен сделать некоторую передышку, потому что переутомился, и надеюсь, что вполне поправлюсь в Карлсбаде, как это бывает всегда. Если не считать случайных неполадок с желчным пузырем, здоровье мое удовлетворительное.

С сердечным приветом от дома дому

Твой старый В. Оствальд.

26 января 1920, Гроссботен

Мой старый друг,

твое милое письмо от 22 августа и новогоднее письмо, обращенное ко всей семье, оставались без ответа гораздо дольше, чем мне бы хотелось. Тогда у меня было как раз крайне напряженное рабочее время,— я имел ввиду основать учреждение, где разрабатывались бы на долгое будущее результаты моих исследований о цветах в приложении к практике. Поездки, лекции, статьи, переговоры, письма и т. д. и т. д. громоздились друг на друга, пока дело наконец уладилось. Сейчас при участии саксонского правительства и города Дрездена решена организация в Дрездене «Германских мастерских по краскам», для которых пока собрано 150 000 марок и подысканы подходящие лица. Там с одной стороны должна вестись исследовательская работа в связи с многими теперешними изысканиями, с другой — должны подготавливаться преподаватели для реорганизации обучения в школе; наконец, будут даваться консультации для практики (книгопечатанье, модные товары, обои и т. п.). Все эти вещи в малом масштабе начаты лично мною, а теперь будут развиваться систематически. Ты можешь себе представить, как мне пришлось тратить на все это и без того не слишком большие остатки моей энергии.

К этому в последнее время прибавился злостный припадок гриппа с ознобом и небольшим воспалением легких, из-за чего мне пришлось несколько дней пролежать в постели. Теперь я опять на ногах, но, как всегда бывает с этой паршивой болезнью, у меня еще воспаление горла (гортани) и общая слабость, которая проходит очень медленно. Мне приходится надолго воздержаться от личного участия в этих важных делах. Это мне крайне некстати, так как нужно принимать серьезные решения. Надеюсь, что хоть весной я опять буду вполне работоспособен. Но я, к сожалению,

знаю, что принуждать себя к работе в таком состоянии все равно бесполезно. Из этого не выходит ничего путного и состояние непригодности к работе продолжается тогда еще больше.

Итак, ты видишь, милый друг, что не злая воля была причиной моего долгого молчания. В остальном мои домашние обстоятельства почти не меняются...

Всюду, таким образом, открываются новые поля для обработки и посева, и мы надеемся, что еще увидим кое-какие плоды. Исследования красок весьма плодотворны, и чем больше они расширяются, тем больше возникает новых задач. Так удастся преодолеть и нынешние тяжелые времена.

С сердечным приветом от дома дому

Твой старый друг

Вильгельм Оствальд.

21 апреля 1920, Гроссботен

Дорогой друг!

Твое милое письмо лишь на один день опередило мое, которое я собирался тебе написать; у меня уже давно была потребность это сделать, но все что-нибудь мешало.

В последнее время у меня было очень много работы. Некоторое время тому назад была государственная школьная конференция в Берлине, которая потребовала большого напряжения. Если даже из нее не получилось ничего определенного, то все же всеми была признана необходимость реформы и даже намечилось направление, в каком ее следует проводить. Поскольку оно совпадает с тем направлением, которого я держался уже много лет, мне не жалко затраченного труда.

Одновременно мне пришлось читать целый ряд докладов с изложением моего учения о цвете, которое встречает все больший интерес и поддержку в промышленности и у правительств. Сейчас собрано круглым числом 500 000 м. (марок.— Авт.) и в ближайшие дни заведующий мастерскими по краскам, которые будут сооружаться в Дрездене, вступает в свою должность. Это профессор Ф. О. Р. Крюгер, известный художник и знаток прикладного искусства. В самых различных областях мое учение находит практическое применение через посредство людей, которых воспитал я сам.

В то же время я устроил здесь в Гроссботене маленькую фабрику под руководством моего младшего сына Отто, для изготовления новых учебников и рабочих пособий, необходимых для народных и ремесленных школ. Уже сейчас можно видеть некоторые успехи и надеяться на удачу в будущем.

Все эти работы так занимают меня, что я трачу на них всю еще оставшуюся у меня энергию. На союз монахов уже не остается поэтому ничего, хотя я и не изменил своих взглядов. Но германскому народу так необходима непосредственная работа, что эти более далекие вещи могут подождать, поскольку ведь у нас демократическая форма правления. Можно ли опасаться у нас реакции, это я боюсь предсказывать. Более образованные люди являются

сейчас противниками социал-демократии, потому что она слишком мало идет навстречу ученым, а рабочие не желают работать. Но похоже, что и в этом отношении намечается поворот к лучшему.

У меня в доме все идет хорошо...

С искренним приветом от дома дому

Твой старый друг

В. Оствальд.

17 декабря 1921, Гроссботен

Мой дорогой Сванте.

Вчера я получил твое милое письмо, на которое сразу и отвечаю, так как в ближайшие недели буду очень занят. К учению о цвете, которое подтверждается с каждым днем и приобретает все большее практическое значение, в недавние годы присоединилось еще учение о формах, покоящееся на том же основании: закономерность — гармония. Я поставил себе и в значительной мере решил задачу методически отыскать закономерные формы (сначала в плоскости) и воспроизвести их; это будут одновременно и прекрасные формы. При этом выявилась система, подобная той, которую мы видим в теоретической кристаллографии: она дает необозримую полноту новых прекрасных форм. Эти вещи вместе с учением о цвете очень хорошо подходят для преподавания, и мне удалось склонить на свою сторону школьное управление и преподавателей города Хемница, убедив их строить на этой основе все обучение, начиная с детского сада. Книга («Гармония форм») и атлас находятся уже в печати и выйдут через несколько недель. На будущей неделе я буду читать в Дрездене первую лекцию для 100 преподавателей на эту тему. Ты легко можешь себе представить, что это требует от меня большой затраты энергии, но пока я на это еще способен.

Мастерские по краскам в Дрездене приобрели за это время большой собственный дом, где им на 10—20 лет, пока, стало быть. я еще жив, вполне хватит места. Здесь также все идет успешно.

Общие условия складываются очень странно. Что мы стоим перед крушением прежней политической системы (не только в Германии) и что хозяйственные вопросы приобретают большее значение, чем научные, это становится ясным уже многим. Несмотря на это, или может быть поэтому, в образованных кругах идет гигантская работа. Институты и лаборатории переполнены. Ты видишь, какие толстые Berichte выходят каждые 14 дней. Потребность промышленности в сотрудничестве с наукой сейчас больше, чем когда-либо; мой сын Вольфганг мог бы зарабатывать сколько угодно денег, если бы пожелал использовать свое время на отъезды и техническую консультацию. У него сейчас столько учеников, сколько было у меня 25 лет назад, и его новоиспеченных работников техника выхватывает прямо из рук. Техника уже широко работает с понятиями коллоидной химии и достигает значительных практических успехов во всех областях, гораздо больших, чем в свое время мы с нашими делами. Ибо все технические вещи,

в частности, в органической области, представляют собой коллоиды: торф, хлеб, кожа, пиво, каучук, клей и т. д., и т. д.

С сердечными поздравлениями к новому году от дома дому.

Твой Вильгельм.

январь 1924, Гроссботен

Дорогой Сванте.

Это письмо — первое, какое я пишу в новом году. Уже давно, с правильностью закона природы, при наступлении нового года сюда всегда приходит твой дружеский привет; боюсь, что я со своей стороны не всегда был так аккуратен и добросовестен. Но ты прав: сейчас, когда, как в прощальной симфонии Гайдна, один за другим уходят участники из большого оркестра науки и дружбы, тушат свои огни и укладывают свои инструменты, так что остающихся становится все меньше и меньше, последние должны все теснее держаться вместе и стараться, чтобы у них получилась еще хорошая гармония. Мы сердечно порадовались добрым вестям о тебе и всех твоих...

Внешние минусы уравниваются здесь у нас в «Энергии» хорошими достижениями внутри семьи. Все три сына быстро продвигаются вперед. Вольфганг имеет лабораторию, которую можно сравнить с лучшими временами на Брудерштрассе; два другие — талантливые инженеры...

С месяц назад в Берлине основано акционерное общество; Вильг. Оствальд — Farben A. G., задачей которого является техническая эксплуатация моих открытий и изобретений в области красок. Оно располагает довольно большими средствами; его финансировал Дрезденский банк в Берлине, один из первых крупных банков. У меня в Гроссботене устраивается научная лаборатория, и я не должен иметь ничего общего с техническим производством. Договор обеспечивает мне пожизненно, а после моей смерти жене и дочерям, приличное существование. В отношении дела достигается то, что практические приложения нового учения о цвете будут проводиться и распространяться гораздо быстрее. Ты наверно вскоре услышишь об этом и в Стокгольме. Итак, мы все вступаем в новый год с хорошими предзнаменованиями.

Все самым сердечным образом приветствуем тебя и всех твоих!

Твой Вильгельм.

25 января 1925, Гроссботен

Дорогой мой друг,

Я непростительно долго откладывал ответ на твое милое письмо от 22 дек. Тут были и праздники, и неотложные дела, и нездоровье, и все прочее; ты ведь сам знаешь эти помехи, из них как-

дая в отдельности — пустяк, а взятые вместе они создают предел невыполнимости. Да и независимо от этого мне становится все труднее писать письма. Это злосчастный возраст. Берцелиус писал Вёлеру: работай, пока ты можешь, ты не представляешь себе, какой скорбный делаешься в старости.

Меня очень огорчила твоя болезнь минувшей осенью, и я вместе с тобой надеюсь от всей души, что теперь, когда скоро кончится и январь, ты вполне поправишься и сможешь полностью радоваться своей семье и своей работе...

Я сам все еще занят учением о цвете и вижу с огорчением, как много еще остается невыполненным. Ибо моя работоспособность стала совсем слабой, глаза уже сдают, кроме того, они сильно пожелтели, что сказывается при некоторых измерениях. Я заказал поэтому новый измеритель цвета, свободный от этого недостатка, и начал недавно им пользоваться. Он удался очень хорошо. У меня сейчас 3 ассистента, которые хорошо работают; они под моим руководством осуществили 840 цветовых норм, которые могут служить для окраски шерсти, и продажа этого «атласа шерсти» идет на покрытие стоимости лаборатории и ассистентов. Промышленность с все возрастающей готовностью идет навстречу нашему делу.

С сердечным приветом от дома дому

твой Вильгельм Оствальд.

20 апреля 1926, Гроссботен

Дорогой друг!

Твое письмо было для меня очень приятным сюрпризом. Я слышал кое-что, но очень неопределенное, о твоей болезни и хотел писать тебе на этих днях одновременно с посылкой т. II моих «Lebenslinien». Но я еще не получил ни одного экземпляра, хотя они давно должны быть готовы.

Что касается твоего вопроса об Амер. Химич. Общ-ве, то я не поступал бы, как Пастер, а со своей стороны приветствовал бы возобновление старых отношений. Я согласен с тобой, что нужно по возможности уничтожить остатки прежнего варварства — внесение войны в область отношений между людьми науки, и сделаю со своей стороны все, чтобы этому помочь, а во всяком случае не мешать.

У нас все благополучно. У меня весной был паралич с правой стороны, который сейчас, однако, совсем прошел. Вероятно, в свое время он был вызван переутомлением правого глаза и доставил мне немало неприятностей.

Работа подвигается вперед лишь очень медленно. Третий и последний том «Lebenslinien» будет, надеюсь, закончен в течение года; наряду с этим я много занимаюсь практическими опытами по гармонии красок, причем получаю чудесные результаты.

Моя жена чувствует себя довольно хорошо... Недавно она приняла большую работу по приведению в порядок моей переписки и дошла уже до 1896 г...

Твой Вильгельм.

8 января 1927, Гроссботен

Дорогой друг,

Всегда к новому году с правильностью явления природы сюда приходило твое письмо, которое давало нам желанные сведения о том, как живешь ты и твоя семья. На этот раз мы напрасно его ожидали и на него надеялись, и я пишу тебе, чтобы вызвать реакцию, без которой нам не хотелось бы остаться..

Что касается меня, то я прошлым летом закончил 2-й том моих «Lebenslinien», вышедший в свет 6—8 недель назад, и составил общий план 3-го и последнего тома, даже написал около четвертой части текста. Работа труднее, чем с первыми томами, но я надеюсь закончить ее к осени, если даже и медленными темпами. Научную работу я почти оставил, зато стал художником и даже выставлял свои произведения в Лейпциге, но без особого успеха. Большая часть дня, однако, посвящена у меня ничегонеделанию и игрушкам, не приносящим результатов.

Так как и в политическом, и в хозяйственном отношении для нас, немцев, наступили несколько лучшие времена, чем те, с которыми нам приходилось мириться последние 10 лет, то мы мужественно смотрим в будущее и не обманываемся многими нелепостями, без которых нынешняя молодежь, по-видимому, не может обходиться. Приветы от дома дому

Твой старый друг

Вильгельм Оствальд.

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абашев Д. Н. 85, 171
 Аббе Э. 60
 Аберг Р. 69, 213
 Абель Н. 51
 Авенариус Р. 189
 Авогадро А. 70, 100, 216, 236, 295, 301
 Адлер Ф. 189
 Алексеев В. Ф. 171
 Алексеев П. П. 170
 Ампер А. 295
 Армстронг Г. 101, 102, 106
 Аррениус С. 31—34, 40, 41, 44, 45, 48, 50—54, 56, 58, 60—62, 66, 67, 69, 80—82, 84—87, 92, 94—100, 102—109, 121, 122, 126, 145, 149, 151, 155, 161—165, 171, 172, 175—177, 179, 181, 211, 213—215, 221, 222, 259, 280, 309, 310, 316, 317, 321, 322, 324, 325, 337, 338, 357, 359—361, 363—369
 Ауэрбах Ф. 60

 Бадер Р. 91
 Байер А. 20
 Баклунд О. 24
 Банкрофт В. 203
 Бебель А. 333
 Бейльштейн Ф. Ф. 297
 Бекетов Н. Н. 22, 106—108, 154, 155, 227
 Беккерель А. 58
 Беклин П. 145
 Бекман Э. 40, 48, 60, 155, 157, 160, 163, 164, 213
 Бергман Т. 38
 Беркли Д. 219
 Бернал Д. 235, 289

 Бернулли Д. 256
 Берглю Д. 90
 Бергло М. 22, 71, 78, 208
 Бертолле К. 38, 85
 Берцелиус И. 29, 58, 59, 70, 81, 115, 116, 130, 140, 182, 201, 254, 257, 261, 293, 295, 336, 368
 Бетман Х. 91
 Беттгер В. 48
 Бетховен Л. 24, 314
 Бисмарк О. 35
 Богданов А. 233, 234
 Боденштейн М. 46, 48
 Бойль Р. 299
 Больцман Л. 51, 186, 203, 213, 214, 216—223, 235, 240, 339
 Боркерс 42
 Бофрон де Л. 316
 Бауер 54, 124, 126, 127
 Браун Ф. 123
 Бредиг Г. 46—48, 111, 155, 213
 Бренстед Я. 91, 94
 Бройль де Л. 242, 243
 Брюль Ю. 78, 80
 Бунге Г. 17, 18
 Бунзен Р. 27, 43, 80, 154, 255
 Бутлеров А. М. 20, 170, 227, 277, 301
 Буфф Г. 169
 Бэкон Р. 312
 Бюрер К. 309—311

 Вааге П. 22, 44, 71—74, 78
 Вагнер Ю. 48, 157
 Вакеман 97
 Вальден П. И. 27, 28, 33, 44, 52, 91, 122, 154, 156, 157, 161, 169, 177, 199, 200, 314

- Ван-дер-Ваальс И. 215, 237
 Вант-Гофф Я. 32, 40, 43, 44, 51, 52, 58, 60, 69, 76, 80, 84, 85, 89, 94, 95, 97, 99—103, 108, 122, 128, 161, 164, 172, 208, 211, 213—215, 237, 259, 335, 337—339
 Вебер Ф. 27, 28
 Вебер Э. 146
 Вегшейдер Р. 92
 Веймарн П. П. 174
 Вёлер Ф. 16, 261, 368
 Венцель К. 301
 Вересаев В. В. 14
 Видеман Г. 30, 43, 75, 213, 214
 Вилке А. 42
 Вилле Б. 323
 Вильгельми Л. 294, 301
 Вильштеттер Р. 129
 Вильямсон А. 71, 119
 Винер Н. 259
 Вислиценус И. 37, 43, 211
 Волластон У. 295
 Вольга А. 254, 257, 262, 264, 293
 Вундт В. 37

 Габер Ф. 61, 62, 123, 125, 127, 339
 Гайдн Й. 367
 Галилей Г. 192
 Галуа Э. 51
 Гальвани Л. 254, 262—264
 Гамильтон 220
 Гаммет Л. 91
 Ган О. 152
 Ганч А. 91, 92
 Гарнак А. 324
 Гартман Э. 234
 Гаусс К. 265, 266
 Гегель В. Ф. 200, 201
 Гейзенберг В. 243, 244
 Гей-Люссак Ж. 70, 85, 209, 295
 Геккель Э. 61, 228, 322—324
 Гельм Г. 188, 189, 202, 213, 214
 Гельмгольц Г. 27, 39, 153, 186, 214, 247, 254, 255, 260, 266, 281, 294
 Герц Г. 51, 186
 Гесс Г. И. 70, 154, 295, 297, 301
 Гете И. В. 10, 69
 Гиббс Д. 79, 175, 176, 199, 202, 203, 214, 225, 254, 261
 Гильберт 75

 Гинденбург П. 64
 Гитторф Й. 30, 86
 Глэдсон Д. 102
 Гольдгаммер Д. А. 214
 Гомер 51
 Горстман А. 73, 78, 139
 Гротгус Т. 70
 Грэм Т. 154
 Гульдберг К. 22, 71—74, 78
 Гумбольдт А. 27, 295, 315
 Гус Ян 326
 Гюнтер П. 44

 Дальтон Дж. 70, 98, 200, 208, 240, 295, 301
 Даниэль Д. 293
 Дёберейнер И. 114
 Дезорм К. 114, 119, 130
 Декарт Р. 312
 Демокрит 199, 209, 331
 Джеммер М. 200
 Джонс Г. 69, 161, 164
 Джоуль Д. 70, 186, 254
 Докучаев В. В. 16
 Доннан Ф. 36, 160
 Друкер К. 48, 67, 176
 Дэви Г. 50, 70, 247, 252, 254, 255, 260, 293
 Дюгем П. 191, 192, 194, 208, 209, 231
 Дюкло П. 128

 Есперсен О. 317

Жерар Ш. 247, 260

 Загер А. 309
 Заменгоф 316

 Икеда 165
 Инфельд Л. 254

 Каблуков И. А. 47, 56, 96, 97, 107, 108, 161, 163, 227
 Каленберг Л. 95
 Канниццаро С. 295
 Кант И. 45, 200
 Карнелли Т. 78
 Карно С. 226, 254
 Карус П. 234
 Кекуле А. 301
 Кельвин У. 254
 Кеплер И. 301
 Кирхгоф Г. 27, 194, 281

- Кирхгоф К. С. 114
 Кистяковский В. А. 48, 67,
 108, 161, 162
 Клапейрон Б. 218
 Кларк Ф. 308
 Клаузиус Р. 218, 226, 254
 Клеве П. 98
 Клеман Д. 114, 119, 130
 Коген Г. 234
 Кольбе Г. 85
 Кольрауш Ф. 30, 90, 165, 316
 Коновалов Д. П. 80, 82, 106,
 171, 227
 Коновалов М. И. 174
 Конт О. 204
 Коперник Н. 294
 Копп Г. 70, 154, 169
 Корню А. 213, 235
 Кортум Г. 44
 Котюра Л. 314, 317, 318, 320
 Коэн Э. 60
 Крафтс Д. 110
 Кремерс 85
 Крукс У. 229
 Крюгер Ф. 365
 Кузнецов В. И. 120
 Курнаков Н. С. 12, 227
 Куртенэ де Б. 317
 Кюри М. 58
 Кюри П. 58
- Ладенбург А. 224
 Ландольт Г. 44, 78
 Ланжевен П. 229, 235
 Лауэ М. 152
 Леб Ж. 164, 324
 Леблан М. 42, 47, 48, 155
 Леверье У. 220
 Лейбниц Г. 136, 199, 228, 302,
 312, 314, 318
 Леман В. 78
 Лемберг И. И. 17, 18, 19, 72
 Ленбах Ф. 145
 Ленин В. И. 6, 198, 219, 231—
 235, 323, 331, 332, 339
 Ленц Р. 30
 Ле Шателье А. 78, 80
 Либих Ю. 16, 27, 40, 42, 51,
 81, 104, 115—117, 124, 130,
 155, 158, 247, 252, 255, 260,
 261, 267, 297, 336
 Либкнехт К. 64, 326
 Ло Л. 314
 Лодж О. 102
- Локк Д. 200
 Ломоносов М. В. 70, 85, 295—
 297
 Луллий Р. 312
 Льюис Г. 83
 Любавин Н. Н. 170
 Людвиг К. 37, 140
 Люксембург Р. 64
 Лютер Р. 46, 48, 123, 155, 164,
 176, 360
- Магнус Г. 266
 Майер Р. 70, 136, 186—188,
 192, 194, 199, 202, 247, 252,
 254, 255, 260, 274, 281
 Майзель С. О. 151
 Марковников В. В. 108
 Маркс К. 185, 292, 331
 Мариотт М. 209
 Мах Э. 189, 191, 192, 194, 202, 209,
 219, 222, 231, 234, 236, 281
 Мейер В. 60, 78
 Мейер Л. 78, 169, 297
 Мейер Р. 47, 48, 60
 Менделеев Д. И. 16, 71, 76, 78,
 80—82, 85, 97, 102, 106, 107,
 154, 162, 170, 171, 190, 201,
 202, 227, 228, 295, 297,
 339
 Менсель 152
 Менцель А. 144
 Меншуткин Б. Н. 295, 296
 Меншуткин Н. А. 78, 80, 81,
 131, 170, 200
 Мечников И. И. 309
 Митташ А. 46, 48, 129, 137—
 139, 140
 Митчерлих Э. 43, 114, 115
 Михаэльс А. 128
 Мок Г. 317
 Морозов Н. А. 82, 83
 Моцарт В. 317
 Муассан А. 308
- Наполеон 249
 Натансон Я. 17
 Науман А. 169
 Нернст В. 40, 42, 44, 48, 61,
 62, 91, 92, 101, 105, 125, 127,
 128, 152, 155, 157, 160, 161,
 163, 171, 211, 213—216, 281,
 293, 339, 363
 Нильсон Л. 78
 Нойес А. 90, 164

- Ньютон И. 45, 103, 192, 222, 294, 301
 Озака 165
 Оствальд Анна (мать В. Оствальда) 9
 Оствальд Вальтер (сын В. Оствальда) 24, 54, 361, 362, 364
 Оствальд Вольфганг (сын В. Оствальда) 24, 54, 165, 295, 359, 361, 364, 367
 Оствальд Готфрид (отец В. Оствальда) 9
 Оствальд Готфрид (брат В. Оствальда) 10
 Оствальд Грета (дочь В. Оствальда) 24, 37, 54, 69
 Оствальд Евгений (брат В. Оствальда) 10
 Оствальд Отто (сын В. Оствальда) 24, 54, 66, 149, 361, 364, 366
 Оствальд Элен (жена В. Оствальда) 24
 Оствальд Элизабет (дочь В. Оствальда) 24, 54

 Павлов И. П. 16
 Пастер Л. 117
 Патгисон Мьюр М. 75
 Пеан де-сен-Жиль Л. 22
 Пеано Г. 317
 Перрен Ж. 236, 241
 Петерсон О. 78
 Пикеринг С. 101, 102, 104, 105
 Писаржевский Л. В. 46, 164, 179
 Планк М. 62, 80, 152, 160, 161, 210, 213, 214, 218, 222—227, 236, 240, 241, 339
 Платон 199
 Плотников В. А. 122
 Поггендорф И. 75
 Пржевальский Н. М. 16
 Пристли Д. 266
 Пруст Ж. 301
 Пуанкаре А. 230, 231, 234, 237, 309

 Раймон Д. 79
 Раковский А. В. 46, 164
 Раковский Е. 179
 Рамзай В. 43, 78, 80, 101, 102, 164, 165, 179, 215, 311
 Ранке Л. 302, 303

 Рау А. 205
 Рауль Ф. 32, 78, 80, 85, 208
 Резерфорд Э. 61, 229
 Рейер Г. 24
 Рейхер 89
 Реньо А. 70, 154
 Ризенфельд Е. 60
 Риккер А. 235, 304
 Риттер И. 42, 43, 293, 301
 Рихтер В. 17
 Рихтер И. 240, 301
 Розе Г. 16
 Рокфеллер 196
 Роско Г. 60
 Рэлей Д. 255

 Сакураи 165
 Сапожников А. В. 164
 Сент-Клер-Девиль А. 70, 154, 208
 Сернек О. 359
 Сеченов И. М. 171
 Скотт А. 107
 Сольве Э. 309
 Сперанский А. В. 97, 107, 163
 Спринг 80
 Стефан И. 161
 Столетов А. Г. 227, 228

 Тамман Г. 17, 18, 20, 42, 45, 81, 107, 163, 172, 213, 221, 222
 Тафт 91
 Тельман Э. 64
 Тенар Л. 114
 Тенов 360
 Теплер А. 27
 Тесинг Р. 60
 Тимирязев К. А. 229
 Тимофеев В. Ф. 106, 163
 Титов А. А. 47, 164
 Титус А. 333
 Томсен Ю. 22, 71, 73, 79, 87
 Томсон Дж. 238, 367
 Торп Т. 78, 308
 Турбаба Д. П. 164

 Умов Н. А. 221, 227
 Уокер Д. 102, 121, 164
 Уотерсон И. 255
 Урбен Ж. 308

 Фарадей М. 39, 50, 114, 154, 247, 260, 266, 275, 293

- Фейербах Л. 331
Фейнман Р. 244
Фехнер Г. 146
Фитцпатрик Т. 98
Фитцджеральд В. 101—103
Фишер Э. 363
Флавицкий Ф. М. 106, 108
Франк У. 44
Франкенбургер В. 127
Фрейндлих Г. 48, 94
Фридель Ш. 110
- Хрущов П. Д. 106, 221
- Цаминер К. 169
Центнершвер М. Г. 46, 99, 156, 335
- Черчилль У. 312
Чугаев Л. А. 119
- Шваб Г. 44, 127
Шварц Л. 26
Шведер Г. 10
Швендовский 12
Шеллинг Ф. 200, 201
- Шиллер Ф. 264
Шилов Н. А. 46—48, 123, 163, 164, 178
Шифф Г. 78, 79
Шмидт К. 16—20, 22, 26, 27, 29, 72, 124, 261, 291
Шпетер М. 296
Шпрингель И. 74
Шредер Ю. 17
Штекгардт 12
Штоман Ф. 43
Штреземан Г. 64
Шуман Р. 314
- Эдисон Т. 265
Эйнштейн А. 61, 152, 223, 236, 240, 312
Энгельс Ф. 185, 187, 194, 292, 331
Эрдман 19
Эрлих П. 362
Эттинген А. 20, 21, 26, 29, 41, 294, 316
- Юнг С. 153

СО Д Е Р Ж А Н И Е

ОТ АВТОРОВ	5
1	
ЧЕЛОВЕК	9
2	
ИССЛЕДОВАТЕЛЬ	70
3	
УЧИТЕЛЬ	154
4	
«НАТУРФИЛОСОФ»	181
5	
ТЕОРЕТИК И ИСТОРИК НАУКИ	246
6	
ОБЩЕСТВЕННЫЙ ДЕЯТЕЛЬ	306
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	334
ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ	342
СПИСОК КНИГ В. ОСТВАЛЬДА	352
ЛИТЕРАТУРА О В. ОСТВАЛЬДЕ	355
ПРИЛОЖЕНИЕ	357
ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ	370

Наум Иосифович Родный
Юрий Иванович Соловьев
ВИЛЬГЕЛЬМ ОСТВАЛЬД

1853—1932

Утверждено к печати
Институтом истории естествознания и техники
Академии наук СССР

Редакторы *Н. М. Росточная, В. М. Орлов*
Технический редактор *П. С. Кашина*

Сдано в набор 4/III-1969 г.
Подписано к печати 20/V-1969 г.
Формат 84×108¹/₃₂. Усл. печ. л. 20,16. Уч.-изд. л. 19,8
Тираж 6600. Тип. зак. 1966. Т-06748 Бумага № 1
Цена 1 р. 25 к.

Издательство «Наука»
Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография издательства «Наука»
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

ВИЛЬГЕЛЬМ ОСТВАЛЬД



ВИЛЬГЕЛЬМ
ОСТВАЛЬД

Н. И. РОДИНЪЙ
Ю. И. СОЛЮБЪЕВ

1 р. 25 к.

ИЗДАТЕЛЬСТВО
· Н А У К А ·