

343638

Е.С. ХОТИНСКИЙ

Академик
Н.Н. БЕКЕТОВ



ХАРЬКОВСКОЕ КНИЖНО-ГАЗЕТНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

1 руб. 15 коп.

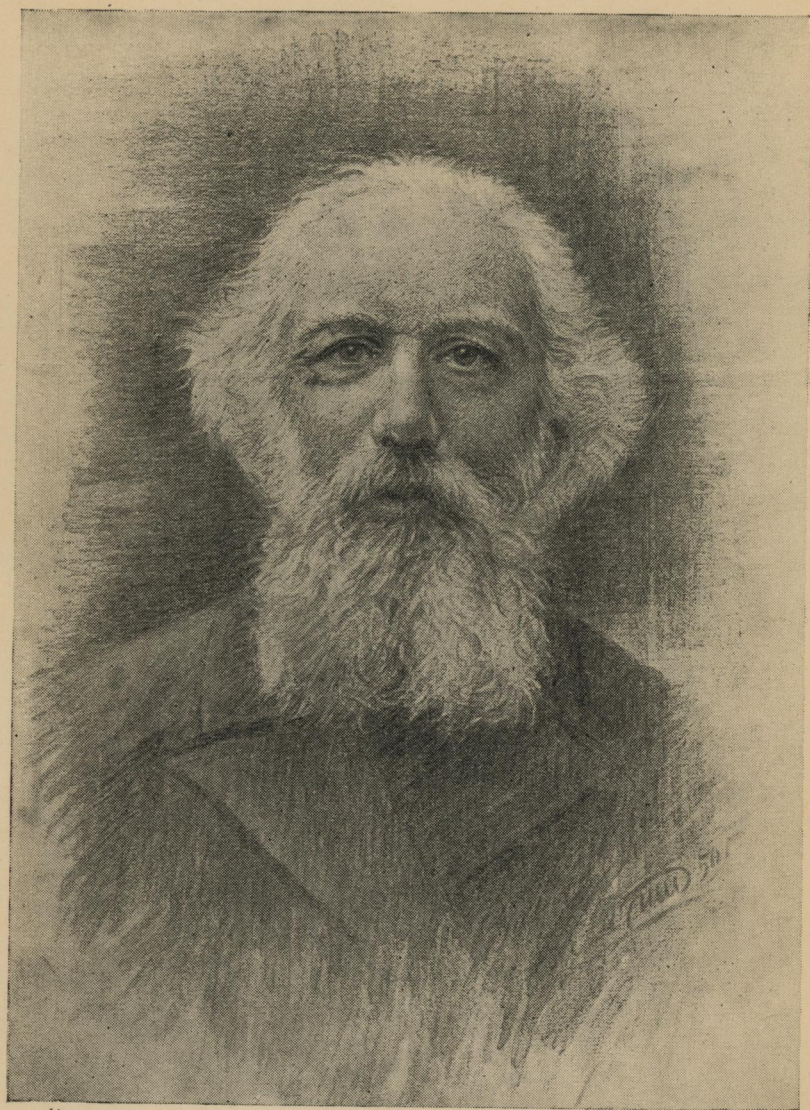


ЦНБ ХНУ
Дата повернення:

11 ЛЮН 2000

08 АЕК 2004

25 БЕР 2005



Николай Николаевич Бекетов

Проф. Е. С. ХОТИНСКИЙ

АКАДЕМИК
НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ
БЕКЕТОВ

ОЧЕРК О ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ХАРЬКОВСКОЕ
КНИЖНО-ГАЗЕТНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1950

59 *Вил*

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Детство, юношество и студенческие годы	5
Направление творческой мысли	6
Переезд в Харьков	9
Учреждение физико-химического разряда	13
Общественная и практическая деятельность	18
Важнейшие научные работы, их значение	21
Деятельность в Петербурге	31
Бекетовские традиции в Харьковском университете	32

Редактор проф. С. Уразовский.

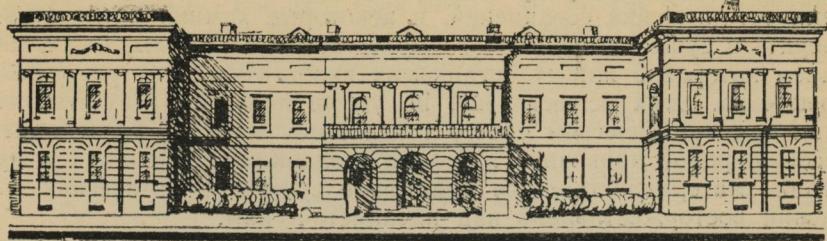
Технический редактор Л. Манкина.

Корректор П. Бронштейн.

БЦ 10230. Изд. № 26. 1950 г. Сдано в производство 5/V-50 г. Подписано к печати 24/VI-50 г. Печатных листов 2¹/₄. Учетно-издательских листов 2,3.
Бум. лист 1,22. Тираж 3.000. Формат 60×92¹/₁₆. Заказ № 4-1068.

Цена 1 руб. 15 коп.

Харьковская Обл. Полиграф. ф-ка, Сумская, 13.



ДЕТСТВО, ЮНОШЕСТВО И СТУДЕНЧЕСКИЕ ГОДЫ

Среди выдающихся русских химиков, участвовавших в создании современной химии и внесших большой вклад в мировую науку, среди талантливых учёных, чьи труды приумножили славу нашей отчизны и снискали широкое признание советской научной общественности, одно из почётных мест принадлежит Николаю Николаевичу Бекетову.

Сын дворянина-помещика, моряка по образованию, он родился 1 января 1826 г. в селе Алферовке (Новая Бекетовка), Пензенской губернии. Он рано лишился матери и под влиянием своей воспитательницы приобрёл интерес к естествознанию, что и определило его дальнейшую судьбу. Молодой Бекетов отказался от военной карьеры, о которой мечтал его отец, и целью своей жизни с юношеских лет избрал служение науке.

Он был отдан в Петербургскую первую гимназию и здесь на уроках помогал учителям в постановке опытов, обнаруживая тяготение к экспериментальным наукам.

Окончив гимназию в 1844 г., Н. Н. Бекетов поступил в Петербургский университет, на второе отделение философского факультета, избрав разряд естественных наук.

В университетах того времени, живших по уставу 1835 г., разряд естественных наук философского факультета объединял физико-химические, биологические и геолого-географические науки, и окончание этого отделения ещё не предопределяло направления будущей деятельности. Химия на этом отделении занимала очень скромное место. Однако молодой Бекетов проявил большой интерес к этой науке, много способствовал её развитию и впоследствии сделался выдающимся химиком.

В Петербургском университете Бекетов проучился всего два года, а затем, по невыясненным причинам, перевёлся на третий курс философского факультета Казанского университета.

В ту пору, когда Бекетов был студентом, в области химии шла коренная ломка старых понятий, однако ещё не был нане-

сён окончательный удар мистическому толкованию происхождения органических соединений, и некоторые химики продолжали верить в существование мифической жизненной силы, под влиянием которой в живых организмах якобы создаются различные вещества. Этих веществ ещё не умели получать искусственно, так как органический синтез тогда лишь начинал завоёвывать себе широкое признание и только создавались условия к тому, чтобы материалистическое понимание сущности химических явлений восторжествовало над идеалистическим.

Особенно быстро развивалась в те годы органическая химия, освобождавшаяся от мистических представлений о жизненной силе, ставшая на путь экспериментальных исследований и теоретических выводов, основанных на экспериментальных данных.

Когда молодой Бекетов перевёлся в Казанский университет, там ещё преподавал Н. Н. Зинин, выдающийся химик-органик, основатель казанской школы химиков-органиков, приобретшей впоследствии широкую известность. В то время студентом Казанского университета был достойный ученик Зинина А. М. Бутлеров, будущий творец теории химического строения, давшей мощный толчок для быстрого развития органической химии.

Хотя Зинин оставил Казанский университет раньше, чем Бекетов окончил философский факультет, всё же под влиянием своего учителя Николай Николаевич продолжал интересоваться органической химией. В 1848 г. он окончил университет, представив в качестве дипломной работы «рассуждение» «О действии возвышенной температуры на органические соединения».

По окончании университета Бекетов возвратился в Петербург. Там и началась его научная деятельность.

НАПРАВЛЕНИЕ ТВОРЧЕСКОЙ МЫСЛИ

В Петербурге Бекетов снова встретился с Зининым, который руководил кафедрой химии в Медико-хирургической академии, и начал свою научно-исследовательскую деятельность в лаборатории Зинина и под его влиянием.

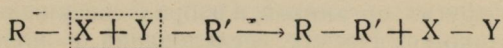
Естественно поэтому, что объектом первых исследований Бекетова были органические соединения. Эксперименты, проведённые в течение последующих пяти лет, послужили материалом для его магистерской диссертации «О некоторых новых случаях химического сочетания и общие замечания об этих явлениях», которую он защитил 17 мая 1853 г.

Чтобы оценить смысл и значение этих исследований, необходимо заглянуть далеко вглубь истории развития химических воззрений, так как в настоящее время эта работа сохранила лишь исторический интерес. Однако в те годы она имела большое принципиальное значение и была важным этапом в творчестве Бекетова.

Вся глубина мысли Бекетова и значение избранного им направления станут понятны, если учесть, что многие принципиальные положения, лежащие в основе современных научных теорий, являются для нас давно пройденным, а иногда и забытым этапом. Однако в ту пору, когда Бекетов начинал свои исследования, эти положения ещё только выдвигались и ждали своей разработки. Вспомним, что только в 1860 г. на Первом международном конгрессе химиков в Карлсруэ была установлена чёткая разница между понятиями «атом» и «молекула»; что только в 1861 г. Бутлеров впервые ввёл термин «химическое строение»; что только в 1853 г. начало развиваться учение о валентности.

В своей магистерской диссертации Бекетов описывает ряд изученных им органических соединений, но его интересуют не методы их получения, а те закономерности, которые при этом обнаруживаются. В этой работе Бекетов подвергает проверке и критике господствовавшую тогда «теорию сочтаных радикалов» Жерара. Термины «сочетанные радикалы», «сочетанные соединения» давно вышли из употребления, так как на смену жераровской теории пришла бутлеровская теория строения органических веществ, внесшая полную ясность в вопросы, которые не удавалось разрешить с помощью прежних теорий.

Сущность вопроса, интересовавшего Бекетова, заключалась в следующем. Он изучал реакции между двумя органическими веществами, протекающие по схеме:



Каждое из вступающих в химическую реакцию веществ теряет какую-нибудь составную часть (одно X, другое Y). Соединяясь между собой, эти части образуют новое вещество (X—Y), а остатки или радикалы (R и R') также соединяются друг с другом, образуя новое вещество (R—R'), по Жерару — «сочетанное соединение». Таким образом, в данном примере составные части нового вещества R и R' представляют собой жераровские «сочетанные радикалы».

Эта теория в своё время имела прогрессивное значение, так как до некоторой степени объясняла процесс образования новых веществ из веществ, вступающих в реакцию. Однако сам Жерар не сделал из неё надлежащих выводов и широких обобщений. Проверая на собственном экспериментальном материале правильность взглядов Жерара, Бекетов пришёл к выводу, который сформулировал в своей диссертации следующим образом: «Необщность закона Жерара зависит, по нашему мнению, от того, что он не основан на химической причине явлений сочетания и основности; французский учёный не обратил при этом внимания на химическое значение действительных элементов».

Отсюда видно, что Жерар установил самый факт и форму химических «сочетаний», в то время как Бекетов обратил внимание на причины этого явления, на обнаруживающиеся при этом закономерности, которые он и подверг тщательному изучению. При этом Бекетов рассматривал не только изменения химических свойств образующихся новых соединений, но и физических свойств, стремясь установить зависимость изменения физических свойств от химического состава. Таким образом, уже в первый период научной деятельности Бекетова наметилось физико-химическое направление его исследований, а органические вещества, которые он синтезировал, служили только объектом его физико-химических исследований.

Но физико-химии как самостоятельной науки тогда ещё не существовало. Со времён Ломоносова, который в 1752 г. в своём «Курсе истинной физической химии» говорил, что «физическая химия — наука, которая должна на основании положений и опытов физических объяснить причину того, что происходит через химические операции в сложных телах», никто к этому вопросу не возвращался. Самый «Курс истинной физической химии», написанный Ломоносовым по-латыни, не был издан. Курс этот стал известен только в 1904 г. благодаря тому, что Б. Н. Меншуткин отыскал его в архивах Академии наук и опубликовал в русском переводе.

Следовательно, Бекетов, находившийся под большим влиянием Зинина, не пошёл по тому пути, по которому развивались исследования других органиков, а избрал совершенно своеобразный путь физико-химических исследований и положил начало развитию физической химии как самостоятельной химической дисциплины.

Бекетов учился и работал в тяжёлых материальных условиях. Ещё когда он был студентом, отец его потерял всё своё состояние. Получив учёную степень магистра химии, Николай Николаевич, настойчиво стремившийся продолжать свои исследования, удовлетворился местом лаборанта¹ при кафедре химии и технологии Петербургского университета у профессора П. А. Ильенкова и прослужил в этой должности два года.

Каково было материальное положение Бекетова, видно из его письма к отцу (октябрь 1853 г.), посланного в ответ на уговоры перейти на более доходное место: «...с небольшим жалованием (10 рублей в месяц, а впрочем, может быть и прибавят) и ещё с теми занятиями для журнала я могу без нужды (имея даже под руками лабораторию — это уже роскошь, нравственная потребность) дожидаться места». А на отказ отца в материальной поддержке он ответил: «Я имею только одно в виду — остаться в своей колее, потому что, если я могу где-нибудь успеть, так только в ней, а я всё-таки ещё надеюсь на успех». Как видим,

¹ Лаборантами тогда назывались ассистенты.

молодой Бекетов проявил чисто ломоносовскую настойчивость в стремлении к науке.

После двух лет упорного труда и терпеливых ожиданий Бекетов приобрёл, наконец, самостоятельное положение и получил возможность во всей полноте развить своё научное дарование.

ПЕРЕЕЗД В ХАРЬКОВ

Тем временем в Харьковском университете освободилась кафедра химии, и 20 июля 1855 г. Бекетов был назначен сюда экстраординарным профессором. С появлением Бекетова произошёл резкий перелом в жизни кафедры химии Харьковского университета, в самом преподавании этой науки и в постановке связанных с ней научных исследований. Здесь ему пришлось проделать большую работу по реорганизации лаборатории, находившейся в очень плохом состоянии, и перестройке всего педагогического процесса.

До прихода Бекетова на кафедре химии в Харьковском университете научной работой занимались только профессора, возглавлявшие кафедру (и то не все), в редких случаях их ближайшие сотрудники. Студенты совсем не вовлекались в научную работу; у них даже не было практических занятий. Д. И. Багалей в своём опыте истории Харьковского университета пишет о наиболее выдающемся предшественнике Бекетова Сухомлинове: «Никогда не упражнял он их (студентов — Е. Х.) на практике в химическом анализе, и в продолжение всего курса слушатели не видели ни одного химического опыта. Не знали даже, была ли лаборатория в университете; но если она и существовала, то в ней работал один только профессор, и никто из студентов туда не заглядывал».

Несмотря на плохое оборудование лаборатории, Бекетов немедленно приступил к экспериментальным исследованиям. В 1856-57 учебном году он уже читал 14 часов лекций в неделю по разным отделам химии. Лаборатория стала центральным местом работы кафедры: в ней готовились лекционные опыты (Бекетов читал экспериментальный курс), в ней происходили практические занятия студентов, в ней сам Бекетов производил свои исследования и личным примером влиял на окружающих — не только преподавателей, но и студентов, прививая вкус к экспериментальным исследованиям.

Это вскоре дало свой результат. Уже в 1858 г. появилась первая студенческая работа Михаила Богомолова на тему: «Действие газообразной и жидкой воды при различных температурах на галоидные соли металлов при устранении влияния кислорода и углекислоты воздуха», работа, которая была удостоена золотой медали.

Описанный период был, в сущности, подготовительным к коренной реорганизации Бекетовым всей работы кафедры химии.

2 мая 1858 г. он получил заграничную командировку (в Англию, Францию и Германию) на год и три месяца «для усовершенствования в химии». За границу он отправился не для того, чтобы учиться, а чтобы «усовершенствоваться», так как к этому времени он был уже вполне сложившимся и незаурядным учёным. Ему нужно было ознакомиться с постановкой преподавания химии в различных странах, с устройством и оборудованием лабораторий, с направлением научно-исследовательских работ и установить личный контакт с передовыми учёными Запада. Кроме того, он хотел сказать и своё слово: так, на заседаниях Парижского химического общества он делал доклады о своих работах, выполненных в России и отличавшихся самостоятельным, оригинальным направлением.

Цель заграничной поездки Бекетова и характер его деятельности за рубежом видны из его собственных отчётов, посланных Совету Харьковского университета¹. В одном из них Николай Николаевич сообщает, чем он занимался в течение первых трёх месяцев своего пребывания за границей. Вот полный текст отчёта:

«Получив несколько рекомендательных писем к Бунзену в Гейдельберг и к некоторым учёным в Париже, я отправился за границу из Петербурга в начале июля. Имея в виду, что осталось только несколько недель до окончания летнего семестра, после которого учёные в Германии имеют обыкновение делать разные поездки, я решил, чтобы застать их во время их занятий и преподавания, посетить по возможности в короткое время наибольшее число университетов и, составив таким образом себе некоторое понятие об их факультетах, выбрать один из них для более продолжительного пребывания.

С этой целью я пробыл в Берлине только пять дней, в продолжение которых познакомился с профессором Митчерлихом, у которого был на лекции и осматривал его лабораторию, богатую собранием моделей технохимических производств, и коллекцию разных кристаллических соединений. Лаборатория организована преимущественно для занятий самого профессора, а не для учеников; потом я осматривал замечательный физико-химический магазин г-на Рорбека (бывший Луме), у которого и закупил разные вещи для нашей лаборатории. Из Берлина я отправился в Геттинген к известному Вёлеру, которого застал за исследованием недавно им открытого самовоспламеняющегося газа (кремневодородистого); лаборатория небольшая и плохо устроена. В Геттингене кроме Вёлера я познакомился с профессором

¹ Два таких отчёта недавно были найдены в ящике рабочего стола, сохранившегося со времён Бекетова в лаборатории органической химии Харьковского университета. Эти документы переданы в Центральную научную библиотеку университета. Они были опубликованы в 1948 г. С. Н. Кузьменко в статье «Николай Николаевич Бекетов и его место в истории физической химии» (журн. «Успехи химии», т. XVII).

органической химии Лимприхтом и был на лекции у обоих; чтение Вёлера отличается необыкновенной простотой и ясностью, хотя в то же время оно очень элементарно; профессор Митчерлих придерживается своего руководства, составленного по системе французского учёного Жерара, которому следую и я при своём преподавании.

Пробыв несколько дней в Геттингене, я отправился в Гиссен, где профессор Копп, издатель известного годового отчёта об успехах химии и физики, принял меня очень радушно, почти как старого знакомого; семестр кончился, лекций химии уже не было, однако я успел ещё побывать на лекции практической кристаллографии Коппа. Лаборатория здесь довольно удобная, но теперь уже, конечно, более всего интересна для всякого химика как историческое воспоминание о трудах Либиха и его школы; теперь здесь профессором химии Вилль, занимающийся преимущественно аналитической химией.

Из Гиссена я отправился в Гейдельберг, лекций уже не было, однако я ещё застал профессора Бунзена, к которому у меня были рекомендательные письма от нашего молодого учёного Шишкова и от проф. Коппа и который встретил меня как нельзя более любезно.

Лаборатория Бунзена, недавно построенная на счёт правительства, прекрасно организована для всесторонних работ и притом для занятия 50 учеников. В Гейдельберге я познакомился ещё с молодым профессором органической химии Кекуле, который, имея уже некоторое понятие обо мне по напечатанному мною мемуару, так как занимался тем же вопросом, встретил меня как товарища.

Однако так как всякие занятия в университете и в лаборатории прекратились и сам Бунзен уехал, то я решил употребить оставшееся до собрания учёных в Карлсруэ время на поездку в Швейцарию, страну, особенно интересную для всякого натуралиста. Поэтому, пробыв дней 10 в Гейдельберге, я и отправился в Цюрих и оттуда в Женеву, где познакомился с профессором химии Мариньяком и осмотрел его лабораторию, составляющую по своему устройству совершенный контраст с гейдельбергской.

Из Женевы, сделав переходы через Савойскую и Центральную Швейцарию, я возвратился к 13 (1) сентября в Германию, в Карлсруэ, где тотчас же и записался сочленом собрания натуралистов.

Собрание химиков было в нынешнем году особенно многочисленно, все германские знаменитости, кроме Митчерлиха, приехали на учёное празднество.

На заседания химической секции явилось более 200 чел.; некоторые чтения и опыты были довольно интересны, учёных споров, впрочем, не было и не могло быть при таком множестве участников в такое короткое время; вообще, я должен сказать, что эти собрания устроены более для встречи старых знакомых

товарищей и для публичного выражения сочувствия к науке, нежели для учёных сообщений...

Из Карлсруэ я возвратился в Гейдельберг, чтоб заниматься в лаборатории Бунзена».

Этот отчёт датирован 20 сентября 1858 г.

Второй отчёт был написан за несколько месяцев до возвращения Бекетова в Харьков:

«Имею честь представить Совету отчёт о моих занятиях в последние месяцы своего пребывания за границей. Пробыв около месяца в Гейдельберге, где я занимался в лаборатории профессора Бунзена и выслушал его первые вступительные лекции, я отправился в конце октября в Париж, чтобы поспеть к началу зимнего семестра.

Здесь я познакомился с химиками Девилем и Бертело, к которым имел рекомендательные письма, а через них с Кагуром; этот учёный посоветовал мне избрать для своих занятий лабораторию Сорбонны Дюма, в которой я начал работать с половины ноября. Вскоре я был представлен в Парижское химическое общество, избравшее меня своим членом. В заседаниях общества я имел случай делать некоторые сообщения о работах, сделанных мной ещё в России, которые и напечатаны в бюллетенях общества. Между тем, работы мои в лаборатории шли довольно успешно, так что к концу января я уже окончил из них некоторую часть; результаты свои в кратком извлечении я представил в Парижскую Академию Наук, где они и были напечатаны в последнем февральском номере *Comptes Rendus* под заглавием: «*Sur l'action de l'Hydrogène à différentes pressions sur quelques dissolutions métalliques*» (о действии водорода при различных давлениях на некоторые металлические растворы).

В это самое время я занимался в лаборатории исследований другого рода, хотя и имел целью изучение тех же основных явлений, а именно восстанавливающее действие цинка при высокой температуре; результаты этой моей работы, заключающиеся в выделении посредством цинка кристаллического кремния и отчасти бора, были уже сообщены мной химическому обществу, в журнале которого они и напечатаны.

Чтобы познакомиться со способами преподавания, я выслушал несколько лекций неорганической химии профессора Баляра в Сорбонне; его чтение замечательно необыкновенной полнотой и разнообразием опытов; для органической химии я ходил на лекции Вурца в *École de médecine*; кроме того, я слушал лекции физика Реньо в *Collège de France* и лекции минералогии Сепартона в *École de mines*.

Так как я уже привёл к концу некоторые части своих исследований и имел положительные результаты, то я и решился прервать на некоторое время свои лабораторные занятия и от-

правился с разными рекомендациями недели на две в Лондон, где и нахожусь в настоящее время».

Дата этого отчёта — 2 апреля 1859 г.

Как видно из обоих отчётов, во время своего пребывания за границей Бекетов тщательно знакомился с методами преподавания многих выдающихся учёных и состоянием научно-исследовательских лабораторий. Получив рабочее место в одной из лучших лабораторий Парижа, он приступил к самостоятельному исследованию на собственную тему, вытекавшую из круга его научных интересов и определявшую новое направление в изучении химических явлений.

По возвращении в Харьков осенью 1859 г. он продолжал работы, задуманные и начатые им в Париже. Впоследствии они послужили предметом его докторской диссертации «Исследования над явлениями вытеснения одних элементов другими». Эту диссертацию он защитил 28 марта 1865 г. в Харьковском университете и в мае того же года был утверждён ординарным профессором.

После этого он приступил к деятельной и плодотворной работе по реорганизации преподавания химии.

УЧРЕЖДЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО РАЗРЯДА

18 июня 1863 г. был введён новый университетский устав, предоставлявший факультетам университета значительно большую свободу инициативы в организации преподавания и делении факультетов на разряды.

По этому уставу на физико-математическом факультете полагались кафедры по таким химическим дисциплинам: химия — а) опытная, б) теоретическая; техническая химия; агрономическая химия¹.

По уставу 1863 г. каждый факультет имел право по своему усмотрению учреждать те или иные отделения, с последующим утверждением министерством народного просвещения.

Пользуясь этим случаем, Бекетов 6 мая 1864 г. представил физико-математическому факультету такую докладную записку:

«Между науками, входящими в состав физико-математического факультета, физика и химия составляют особенную группу сведений. В этом, конечно, никто из знакомых с делом не сомневается. По своей цели — изучение общих свойств и строения материи, по своему исключительно опытному методу, нако-

¹ Кафедра агрономической химии с каждым изменением университетского устава меняла своё название, а следовательно и содержание своей работы: по уставу 1804 г. она называлась кафедрой сельского домоводства, по уставу 1835 г. — кафедрой сельского хозяйства и лесоводства, по уставу 1863 г. — кафедрой агрономической химии, по уставу 1884 г. — кафедрой агрономии.

нец по литературе, физика и химия вполне отделяются от так называемых естественных наук. С другой стороны, связь между химией и физикой с каждым днём увеличивается; особенно в последнее время сведения наши обогатились рядом исследований, одинаково относящихся к обоим наукам. Эти исследования, начавшись со времён Лавуазье, продолжались такими замечательными учёными, каковы были Гей-Люссак, Дюлон и Пти, Реньо, Дюма во Франции, Дэви и Грегем в Англии, Митчерлих, Копп и в последнее время Бунзен и Кирхгоф в Германии. Знать химию и ещё больше — производить химические исследования невозможно без основательного знакомства с физикою, а потому также и с математикою. Физика, в свою очередь, всё более и более переходит границы, отделявшие её от химии; изучение так называемых общих физических свойств разных тел получает рациональное значение только в связи с их химическим составом.

Большая часть явлений электрических и теплородных находится в близкой связи с явлениями химическими и часто изучается вместе, как тому служат доказательством работы Беккереля, Дюлона и Пти, Фавра и Зильбермана и мн. др. Поэтому естественно, что преподавание и вообще изучение этих наук в университете должно быть обставлено согласно их современному состоянию и направлению; т. е., во-первых, они должны стать главными предметами в одном разряде, и, во-вторых, должны опираться на все те науки, знание которых помогает их изучению или дополняет его. Настоящее разделение физико-математического факультета на два разряда — математических наук и естественных наук — несколько не удовлетворяет потребностям физико-математических наук: между этими двумя разрядами они занимают (и особенно химия) самое невыгодное для себя место, хотя в здешнем университете и считаются главными предметами в обоих разрядах; на самом же деле, так сказать, заглушаются другими науками и невольно отодвигаются на второй план.

В разряде математических наук до того преобладают математические науки, что химия служит только лишним бременем для молодых людей, которые не иначе могли бы предаться изучению химии, требующей практических упражнений, как в ущерб основной науке, несколько не нуждающейся в химии; эта последняя наука, правда, сама нуждается в математике, с которою входит в первый разряд; но уже по изложенной причине химия в этом разряде не на своём месте.

Что же касается разряда естественных наук, то химия необходима для него как вспомогательный предмет; сама же по себе она обставлена здесь ещё хуже, нежели в разряде математических наук, где по крайней мере химик может приобрести сведения, необходимые ему впоследствии, тогда как в разряде естественных наук химик употребляет много времени на изуче-

ние зоологии, анатомии и ботаники, с которыми ему потом никогда не придётся иметь дела, и не имеет возможности получить необходимые сведения в физике и математике, так что по выходе из университета, если бы кто из окончивших курс по разряду естественных наук пожелал заняться химией, то ему необходимо обыкновенно переучиваться и, отбросив большую часть того, чему учился, запастись новыми для него сведениями.

Всего сказанного достаточно, чтобы убедиться в необходимости учредить в физико-математическом факультете разряд физико-химический, основанием которого служили бы физика и химия».

Как видим, Бекетов настойчиво проводил мысль о необходимости такой организации преподавания, чтобы университет мог выпускать квалифицированных физиков и химиков.

По замыслу Бекетова, в этот новый разряд должны были входить следующие главные предметы: физика, химия — опытная и теоретическая, физическая география, технология; вспомогательные предметы: математика, механика, кристаллография с минералогией и петрографией.

Такое деление факультета на три разряда было утверждено министром народного просвещения 21 декабря 1864 г., и Харьковский университет был первым университетом, в котором было правильно организовано преподавание химии.

Благодаря настойчивым требованиям Бекетова химическая лаборатория к этому времени была расширена и снабжена кое-каким новым оборудованием. Количество рабочих мест в лаборатории было доведено до восемнадцати. Несмотря на столь ограниченную пропускную способность, в лаборатории работали не только сам Бекетов и его сотрудники, но и студенты, которых он умел привлечь к научным исследованиям.

Сам Николай Николаевич, кроме основного курса неорганической химии, читал ряд специальных курсов: в 1860 г. — «Специальный курс органической химии и отношение химических и физических явлений между собой» (так было заложено основание для будущего курса физико-химии); в 1866 г. — «Физико-химия»; в 1869 г. — «Химическая методология» и «Анализ газов, определение удельного веса пара и другие специальные упражнения»; в 1871 г. — «Физико-химия»; в 1876 г. — «Теоретическая химия»; в 1878 г. — «Термо-, фото- и электрохимия» (т. е. специальные разделы курса физико-химии) и «Упражнения над исследованием различных химико-аналитических и физико-химических вопросов»; в 1885 г. — «Физико-химия (отношение физических свойств к химическому составу), спектральные явления и анализ газов».

Лекции Бекетова, курсовые и публичные, привлекали молодёжь, пробуждали у неё интерес к химии, стремление к науке, желание учиться. Вот что пишет в своих воспоминаниях один из учеников Бекетова, впоследствии профессор, Чернай:

«Лекции Н. Н. были очень оживлённы и посещаемы студентами; мы, химики, не пропускали ни одной, а на первой скамье сидели все студенты 4-го курса, которые добросовестнее всех и посещали лекции уважаемого Н. Н. Руководство у нас было на русском языке только одно — «Кагур — Неорганическая химия», от которого, однако, Н. Н. сильно отклонялся в сторону и этим вносил много новых воззрений...

Курс Н. Н. отличался оригинальностью; он излагал его, например о солях, совершенно иначе, чем было принято в руководствах, в то же время в свой курс включал часто выработанные им взгляды на многие явления, которые нам, первокурсникам, давались трудно, но были в высшей степени интересны и увлекали нас...»

«У нас, студентов 4-го курса, — пишет далее Чернай, — было принято посещать всегда его, Н. Н., повторно, ещё раз, и студенты старших курсов всегда занимали места на первой скамье... Особенно интересны были его лекции по физико-химии, — предмету, который только нарождался в те времена. И, кажется, я не ошибусь, если скажу, что эти лекции по этому вновь образующемуся предмету были только у нас в Харькове».

✓ Харьковский университет был, действительно, первым не только в России, но и во всей Европе, где читался курс физико-химии, курс, созданный Бекетовым и впоследствии развившийся в самостоятельную химическую дисциплину, вошедшую в учебный план всех университетов.

Поэтому совершенно несправедливо некоторые историки химии приписывают честь основания физико-химии, как самостоятельной дисциплины, Вильгельму Оствальду, который лишь через два десятка лет после Бекетова начал читать в Лейпциге курс физико-химии, организовал физико-химическую лабораторию и основал специальный журнал, посвящённый этим вопросам.

Журнал этот был основан Оствальдом в 1886 г., когда он был профессором Рижского политехникума, но начал выходить в 1887 г. в Лейпциге, куда переехал Оствальд. Латвия тогда входила в состав России, и, конечно, Оствальд не мог не знать о существовании основанного Бекетовым физико-химического отделения и его курса физико-химии. Приоритет в этой области бесспорно принадлежит Н. Н. Бекетову.

В соответствии с расширением объёма преподавания вырос и штат преподавателей: появился ряд ассистентов и приват-доцентов, многие из которых были воспитанниками нового физико-химического отделения. Теснота помещения не позволяла сколь-нибудь удовлетворительно развернуть работу вновь созданных отделений химической лаборатории, и в 1874 г., по ходатайству Бекетова, лаборатория была расширена. В новом помещении открылось самостоятельное органическое отделение лаборатории, возглавляемое профессором Лагермарком.

Однако физико-химическое отделение Харьковского университета просуществовало недолго, всего около 20 лет. За это время отсюда был выпущен ряд одарённых физиков и химиков, которые впоследствии сами сделали крупными учёными и, следуя бекетовским традициям, создали в высших учебных заведениях очаги передовой химической мысли.

В 1874 г. в структуру физико-химического отделения было внесено небольшое изменение — введены общие курсы ботаники и зоологии. В 1884 г. это отделение было совсем упразднено, так как новый университетский устав снова урезывал право факультетов устанавливать внутренний распорядок. Этим уставом физико-математический факультет снова был подразделён на два отделения, а преподавание химии сокращено. Но студентам, поступившим в 1884 г., была дана возможность окончить курс по старому плану. Последний выпуск физико-химического отделения состоялся в 1888 г.

О значении этого отделения и результатах его деятельности можно судить по заключению комиссии, рассматривавшей впоследствии вопрос о необходимости существования такого отделения. Эта комиссия, работавшая под председательством заслуженного профессора Шимкова, отметила в своём заключении:

«Полезность какого бы то ни было учреждения измеряется — и это бесспорно — его продуктивностью. В этом отношении физико-математическое отделение, существовавшее некогда в Харьковском университете, оказалось на высоте своего призвания. В самом деле, за сравнительно короткий период своего существования (20 с небольшим лет) оно дало целый ряд научных деятелей, и притом по обоим своим основным предметам — физике и химии. Профессора: покойный А. П. Эльтеков, Ф. М. Флавицкий (Казань), А. К. Погорелко (физика), Н. А. Чернай, И. П. Осипов, Н. Д. Пильчиков (физика), Е. Л. Зубашев, В. Ф. Тимофеев, прив.-доц. Д. П. Турбаба, а равно лица, не имеющие ещё учёной степени, но заявившие себя так или иначе в науке, — гг. Жуков, Эренбург, Ильёв, Аксёнов, Пашков, Попов (физика), Ситников и некоторые другие: всё это воспитанники физико-химического отделения. Если принять во внимание, что контингент слушателей на этом отделении вообще был невелик, а число оканчивавших ежегодно курс бывало незначительно (чаще всего 2—3 человека, как это, впрочем, имело место в нашем университете и для естественного отделения), тогда приведённый список лиц, посвятивших себя науке, представится нам более внушительным».

В 1877 г. Бекетов был избран членом-корреспондентом Академии наук, а в 1886 г. — ординарным академиком, что послужило причиной его переезда в Петербург. 1886-87 учебный год был последним годом пребывания его в Харькове. Но и после закрытия физико-химического отделения и отъезда его основателя воспитанное им поколение химиков продолжало заботиться о

постановке химического образования на должную высоту. Бекетовские традиции сохранились в Харьковском университете и способствовали дальнейшему развитию преподавания химии и научно-исследовательской работы.

После отъезда Николая Николаевича в Петербург связь его с Харьковским университетом не порвалась: 27 октября 1888 г. Совет университета избрал Н. Н. Бекетова своим почётным членом, и 1 февраля 1889 г. он был утверждён в этом звании.

ОБЩЕСТВЕННАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Ещё в молодости Николай Николаевич живо интересовался вопросами, имевшими общественное значение. До его приезда в Харьков в Петербурге существовал кружок братьев Бекетовых, в котором принимали участие такие выдающиеся люди того времени, как Достоевский и Григорович.

В Харькове Бекетов развил не только научно-педагогическую, но и широкую общественную деятельность. Он был инициатором создания и сотрудником ряда новых учреждений, приобретших большое культурное значение.

Он был одним из организаторов Харьковского общества распространения в народе грамотности, в котором участвовали лучшие представители харьковской интеллигенции и которое, однако, совсем не встречало сочувствия у правящих кругов.

По инициативе Бекетова было учреждено Общество для пособия нуждающимся студентам Харьковского университета, просуществовавшее более тридцати лет. Это было весьма важным культурно-общественным мероприятием, так как студенты в своей массе тогда не получали стипендий, как теперь (число студенческих стипендий было весьма ограниченным), и были вынуждены искать заработка на жизнь, что, конечно, отражалось на их академической успеваемости. Притом студенческие заработки не обеспечивали сколько-нибудь сносного существования.

Несмотря на все препятствия, чинимые министерством народного просвещения, стремление к высшему образованию среди трудовой интеллигенции было настолько велико, что университеты заполнялись главным образом малоимущим студенчеством. Общество для пособия нуждающимся студентам облегчало способным молодым людям, не имевшим состоятельных родителей, возможность получить университетское образование и стать квалифицированными специалистами.

В 1870 г. Н. Н. Бекетов совместно с профессорами Гиршманом и Шимковым приступил к организации Общества опытных наук, которое начало работать в 1872 г. Это общество, имевшее две секции — физико-химическую и медицинскую, было местом встреч харьковских учёных. Здесь они делились опытом, обсуждали результаты своих исследований, намечали ближайшие за-

дачи, что в значительной мере способствовало развитию научно-исследовательской работы. Общество развило столь успешную деятельность, что через 22 года после своего возникновения разделилось на два самостоятельных учреждения: Общество физико-химических наук при Харьковском университете и Общество научной медицины и гигиены.

На базе Общества физико-химических наук ныне создано харьковское отделение Всесоюзного химического общества имени Д. И. Менделеева.

В 1886 г. Бекетов принял деятельное участие в организации Харьковской общественной библиотеки, которая теперь выросла в учреждение всесоюзного значения — библиотеку имени В. Г. Короленко.

Все эти учреждения создавались на общественные средства и некоторые из них, в особенности Общество для пособия нуждающимся студентам, требовали постоянного притока средств. Николай Николаевич оказывал в этом большую помощь: он систематически читал в пользу культурно-общественных учреждений платные публичные лекции, снискавшие широкую популярность и охотно посещаемые.

Н. Н. Бекетов был не только выдающимся учёным, но и талантливым популяризатором. Он умел просто и увлекательно рассказать своим слушателям о содержании химической науки, о значении этой науки для понимания многих явлений природы, для использования природных богатств. Для примера приведём хотя бы такие темы его публичных лекций: «Развитие и современное состояние светописи», «Чем мы греемся зимой», «Железо и его значение в природе».

Кроме платных публичных лекций, сбор с которых шёл в пользу различных общественных учреждений, он регулярно читал в университете по четвергам публичные лекции по химии. Эти так называемые «публичные чтения по техническим предметам» были учреждены при Харьковском университете министерством финансов в 1837 г. и практиковались ещё до Бекетова. Но он поставил эти чтения на должную высоту, проводил их регулярно, сумел заинтересовать и сплотить слушателей, и его аудитория была всегда полна. Этим он много содействовал популяризации любимой науки.

Несмотря на интенсивную научно-педагогическую деятельность и преимущественно теоретическое направление своих научных исследований, дававших материал для широких обобщений, установления закономерностей и решения сложных теоретических вопросов, Николай Николаевич не чуждался и практических задач. Он принимал участие во многих городских комиссиях, рассматривавших вопросы водоснабжения, газового освещения.

Он брался и за решение производственных задач. Например,

указал на возможность получения серы из гипса, богатые залежи которого находятся близ Харькова (тогдашний Бахмутский уезд, ныне Артёмовский район) и во многих других местах нашей страны. Сера является важным сырьём для химической промышленности, применяется для борьбы с вредителями сельского хозяйства. Потребление серы в России было довольно велико, однако отечественные месторождения серы фактически не разрабатывались. В начале XIX века производилась лишь кустарная добыча серы в Дагестане, в Средней Азии. Почти вся сера ввозилась из-за границы, с острова Сицилии.

Значительные количества серы шли на производство пороха. Когда во время Севастопольской кампании Дарданеллы были закрыты и подвоз серы из Сицилии стал невозможным, пришлось задуматься над собственным производством серы. В 1854 г. был создан особый комитет «для поощрения добывания серы из колчеданов и разработки каменного угля, в пластах которого сера встречается».

Бекетов обратил внимание на то, что наша страна богата залежами гипса, разработка которых не представляет особых трудностей. Гипс может служить источником добывания серы, поскольку он представляет собой кальциевую соль серной кислоты, т. е. в его состав входят металл кальций, сера и кислород. 100 кг гипса содержат 18,5 кг серы; следовательно, при наличии практически применимого способа извлечения серы, гипс может служить доступным сырьём для получения этого продукта.

Бекетов нашёл и практическое решение вопроса: при прокаливании гипса с углём, месторождения которого нередко располагаются поблизости от залежей гипса, гипс теряет содержащийся в нём кислород; последний вступает в соединение с углеродом, образуя углекислый газ, а гипс превращается в соединение кальция с серой — сернистый кальций (химики называют этот процесс восстановлением сернокислого кальция в сернистый кальций). При действии воды и углекислого газа на сернистый кальций образуется газообразный сероводород, т. е. химическое соединение серы с водородом. А «выделение серы из сероводорода дело не трудное и не требующее никакой затраты. Газ направляют в особые трубы, где он подвергается неполному горению», — говорил Бекетов.

Действительно, при достаточном доступе воздуха сероводород сгорает полностью: водород, соединяясь с кислородом, образует воду, а сера в соединении с кислородом даёт сернистый газ. Но при недостаточном доступе воздуха происходит неполное сгорание сероводорода: водород сгорает, а освободившаяся от него сера, за недостатком воздуха, остаётся свободной.

По расчётам Бекетова, полученная таким образом сера долж-

на была обойтись не дороже импортной, зато получалась экономия на провозе её из морских портов до места потребления¹.

В 1864 г. Бекетов принял участие в исследовании берёзовских минеральных вод. На хуторе Берёзове, неподалёку от Харькова, были обнаружены источники минеральной воды, которые обратили на себя внимание медицинского факультета Харьковского университета. Николай Николаевич произвёл исследование этой воды на месте, а затем в своей лаборатории, и дал такое заключение (в протоколе от 3 марта 1864 г.): «Соображаясь с сделанным им анализом воды главного источника Берёзовского хутора, проф. Бекетов находит в ней ближайшее сходство, как по содержанию железа, так и по количеству других составных частей, с водою Спа,² которая считается типом так называемых железно-стальных вод».

Были поставлены также опыты применения этой минеральной воды для лечебных целей. Опыты привели к следующему заключению: (приводим выдержку из протокола): «Основываясь на всём вышеизложенном, можно заключить, что Берёзовский хутор с его источниками заслуживает полного внимания, и, при надлежащем устройстве в нём ванн для купания больных, некоторой обделке самих источников, постройке вокзала, гостиницы, помещений для больных, разведении сада или парка, необходимого для гуляния больных, постройке галереи для гуляния в дождливую погоду — можно ожидать обширной пользы для больных от минеральных вод Берёзовского хутора».

Всё это теперь осуществлено: Берёзовский хутор уже в советское время превращён в благоустроенный курорт, где сотни трудящихся восстанавливают своё здоровье.

ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ РАБОТЫ, ИХ ЗНАЧЕНИЕ

Хотя первая большая работа Бекетова — его магистерская диссертация «О некоторых новых случаях химического сочетания и общие замечания об этих явлениях», опубликованная в 1853 г., сохранила теперь лишь исторический интерес, она заслуживает того, чтобы рассмотреть её несколько подробнее.

По сути дела, если подойти к оценке этой работы с современной нам точки зрения, Бекетов стремился к выяснению вопроса не только о составе, но и о строении молекул веществ, вступающих в реакцию (например, кислоты и спирта), а также о составе и строении образующегося из них нового вещества (в данном случае сложного эфира). И надо отметить, что он ощутил потребность в постановке этих вопросов и указал правильные пути к их решению за несколько лет до того, как

¹ Теперь в нашем Союзе добыча серы производится не из гипса, а из других источников.

² Курорт во Франции.

была разработана Бутлеровым теория химического строения, ставшая общепринятой основой развития органической химии, и на несколько лет раньше, чем было установлено, чёткое понятие об атоме и молекуле.

Характерно, что Бекетов рассматривает молекулу (не применяя этого термина), как группу химически связанных между собою атомов (хотя этого названия и не применяет, а пользуется общепринятыми в то время терминами — соединительные «пай» или «эквиваленты») и вводит чёткое понятие о «химическом значении» элементов, входящих в состав сложного вещества. В переводе на язык современной химии это означает, что один и тот же элемент (например, водород), будучи составной частью сложного вещества, оказывает различное влияние на его свойства в зависимости от того, как он связан с другими элементами, входящими в состав этого вещества, т. е. от того, что впоследствии Бутлеров назвал химическим строением.

В частности, из того факта, что и в спирте и в органических кислотах, применённых для исследований, один водородный атом (эквивалент, пай) может быть замещён одним атомом щелочного металла, Бекетов сделал два вывода: во-первых, что этот водород в спирте, органических и минеральных кислотах имеет одинаковое «химическое значение»; во-вторых, что «химическое значение» этого водорода иное, чем остальных водородных атомов, входящих в состав кислоты и спирта. Иначе говоря, один водородный атом в этих соединениях занимает иное положение, иначе связан, чем остальные, и потому более подвижен и легче других атомов принимает участие в химических реакциях. Это в полной мере подтвердилось впоследствии, когда теория строения вступила в свои права и было определено строение кислот и спиртов: тот водородный атом, который и в кислотах и спиртах, по Бекетову, имеет одинаковое «химическое значение», и в том и в другом случае непосредственно связан с кислородом, тогда как остальные атомы водорода связаны с углеродом и потому их «химическое значение» иное, чем атомов, связанных с кислородом.

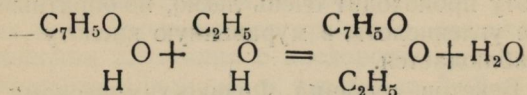
Излагая эти новые соображения, Бекетов вводит и своеобразные термины: подвижные элементы, отделяющиеся в процессе реакции от реагирующих веществ (в рассматриваемом примере — кислоты и спирта) и образующие минеральное (неорганическое) вещество, в данном случае воду, он называет минеральными элементами и говорит, что «остальные, находящиеся под непосредственным влиянием углерода, можно назвать органическими». Таким образом, при взаимодействии кислоты и спирта от них отделяются минеральные элементы, образуя воду, а «органические части» сочетаются в молекулу сложного эфира.

Подобное же понятие об этой реакции можно было вывести и из представлений Жерара, но он ограничился установлением факта, что в этой реакции образуется вода, а остатки мо-

лекул кислоты и спирта соединяются в молекулу сложного эфира; причём, без достаточных к тому оснований, заключил, что кислород, необходимый для образования воды, отщепляется от кислоты, а оба атома водорода — от спирта.

Другие исследователи высказывали предположение, что вода не образуется в результате химической реакции между кислотой и спиртом, а что она предсуществует в этих веществах и выделяется при их взаимодействии. Бекетов же иначе подошёл к решению этого вопроса: изучая различные способы образования сложного эфира из спирта и кислоты, он пришёл к выводу, что два атома водорода, необходимые для образования воды, отщепляются от кислоты и от спирта, по одному от каждого, а кислород — либо от одного, либо от другого. Отсюда можно сделать прямой вывод, что «органические части» кислоты и спирта связываются между собой оставшимся кислородным атомом. Таким образом, Бекетов даёт хотя и частичное, но совершенно правильное решение вопроса о химическом строении сложного эфира.

Этого заключения Бекетов в своей диссертации прямо не высказывает, но оно с очевидностью вытекает из его заявления о том, что «действующие соединения выделили при сочетании весь тот водород, *химическое значение которого обуславливает эти явления*» (курсив Бекетова), а также из формы записи этой реакции. Уравнение реакции написано Бекетовым в жераровских символах, а не в символах, применяемых в современных структурных формулах, однако в жераровскую символику им внесены значительные изменения, делающие наглядной сущность рассматриваемого явления:



В этих формулах «органические части» написаны в первой строчке, а «минеральные элементы» ниже, причём видно, что «минеральный» кислород находится между «органической частью» и «минеральным» водородом. Таким образом, если из «минеральных» элементов образуется вода, «органические части» оказываются связанными оставшимся атомом «минерального» кислорода.

Жераровское уравнение той же реакции не даёт никакого представления о её механизме

Изучавшиеся Бекетовым факты были известны до него, и в методы получения новых веществ он не внёс ничего нового, но он вскрыл внутреннее содержание рассматриваемых явлений и подошёл к решению вопроса об их механизме, о причинах, вызывающих эти реакции, и здесь в значительной степени опередил своих современников.

На этом Бекетов, однако, не останавливается, — он ищет других закономерностей и исследует взаимные отношения некоторых физических свойств соединений, участвующих в сочетании. Сопоставляя физические свойства реагирующих веществ и образующегося из них нового вещества и устанавливая зависимость изменений свойств от степени сложности реагирующих веществ, он находит формулу, позволяющую вычислить температуру кипения нового вещества, если известны температуры кипения веществ, из которых оно образовалось.

В одной из позднейших своих работ Бекетов, так сказать, перебростил мостик между органическими и неорганическими соединениями. Как известно, деление на органическую и неорганическую химию условно, и четкой границы между этими двумя химическими дисциплинами нет. Особенно ярко это видно на таком примере. Муравьиная кислота содержится в теле муравьев (отсюда и её название), в яде некоторых насекомых, в некоторых растениях, т. е. является несомненным представителем органических веществ. Углекислота — продукт соединения углекислого газа с водой; многие соли углекислоты (например, мел, мрамор) в больших количествах встречаются в земной коре и, естественно, относятся к веществам неорганическим. Сопоставляя молекулярную формулу муравьиной кислоты — H_2CO_2 с молекулярной формулой углекислоты — H_2CO_3 , мы видим, что молекула муравьиной кислоты содержит кислорода на один атом меньше, чем молекула углекислоты. Следовательно, в результате окисления муравьиная кислота должна превращаться в углекислоту, а углекислота в результате восстановления должна превращаться в муравьиную кислоту. Окисление муравьиной кислоты в углекислоту происходит очень легко, но обратный процесс — восстановление углекислоты в муравьиную кислоту — в обычных условиях не наблюдается.

В 1869 г. Бекетов сообщил Физико-химическому обществу, что, подвергая электролизу раствор бикарбоната натрия (натриевая соль углекислоты), он получил натриевую соль муравьиной кислоты: бикарбонат натрия восстанавливался водородом, выделяющимся на отрицательном электроде в результате электролиза раствора. Таким образом, Бекетов доказал возможность взаимного превращения двух веществ, одно из которых стоит по одну сторону, а другое по другую от условной грани между неорганическими и органическими веществами.

Большой интерес представляет серия работ Николая Николаевича, давших ему материал для докторской диссертации «Исследования над явлениями вытеснения одних элементов другими». Цель этих исследований и задачи, поставленные Бекетовым перед собой, ясны из первых строк диссертации: «Выделение одних элементов другими из соединений представляет явление, имеющее самый глубокий научный интерес, потому что здесь мы прямо сталкиваемся с первоначальными химическими свойствами этих эле-

ментов. Это явление обнаруживает в самом простом виде то, что называют химическим сродством, тотчас указывая на химическое различие элементов, чего не обнаруживают явления прямого соединения»... И далее: «Поэтому понятно, что изучение этих явлений скорее всего может навести на общие начала для объяснения химических явлений. Убеждённый в этом, я обратился к исследованию явлений вытеснения».

Следует отметить, что Бекетов изучал зависимость этих явлений не только от свойств реагирующих веществ, но и от внешних физических условий — температуры, давления, массы.

Примером вытеснения одного элемента другим может служить вытеснение меди железом. Если в раствор какой-нибудь соли меди (например, медного купороса) погрузить кусок железа, то из раствора выпадает металлическая медь, а железо становится на её место, и медный купорос превращается в железный. Элементы можно расположить в ряд в таком порядке, что каждый предыдущий элемент вытесняет последующие, — ряд вытеснений. «Рассматривая ближе случаи вытеснения одного элемента другим, — пишет Н. Н. Бекетов, — невольно, можно сказать, поражаешься одним, почти постоянным, условием реакции — именно тем, что легчайшее тело (т. е. менее плотное) вытесняет тяжелейшее. Из этого можно заключить, что удельный вес элементов есть главное условие или свойство, определяющее направление реакции». Иначе говоря, в ряду вытеснений элементы располагаются в том же порядке, как и в ряду удельных весов.

Далее Бекетов установил, что «наиболее прочными соединениями оказываются те, в которых вес обоих паёв наиболее приближается к равенству, и, с увеличением разницы в весе соединённых паёв, уменьшается прочность соединений». Например, в соединении алюминия с кислородом, в окиси алюминия, весовые отношения алюминия и кислорода $9:8 = 1,12$, т. е. весовые количества алюминия и кислорода почти одинаковы, и это соединение обладает высокой прочностью; в соединении алюминия с хлором, в хлористом алюминии, отношения весовых количеств алюминия и хлора $9:35,5 = 1:4$, т. е. количество хлора по весу почти в четыре раза больше количества алюминия, и это соединение оказывается весьма непрочным.

Отсюда Бекетов сделал чрезвычайно интересный и важный вывод. При нагревании хлористого бария с алюминием ему не удалось вытеснить барий, хотя удельный вес алюминия меньше удельного веса бария и на основании найденной им ранее закономерности (более лёгкие элементы вытесняют более тяжёлые) можно было ожидать, что алюминий вытеснит барий. Однако, «по особенным соображениям», Бекетов был убеждён, что из окиси бария алюминий вытеснит барий, и это подтвердилось в действительности.

Указанное явление станет понятным, если рассмотреть эту

реакцию с точки зрения установленного Бекетовым положения о прочности соединений. В хлористом барии весовые отношения бария и хлора 68,5 : 35,5, а в окиси бария весовые отношения бария и кислорода 68,5 : 8. Следовательно, окись бария должна быть менее прочным соединением, чем хлористый барий, и из него легче вытеснить барий. К тому же алюминий, вытеснив барий, сам соединится с кислородом, который раньше был соединён с барием, причём образуется окись алюминия более прочная, чем окись бария.

Закономерность такого явления Бекетов проверил, поставив опыт вытеснения калия из его окиси алюминием. По этому поводу он пишет: «Если глиний¹ восстанавливает барий из окиси, то можно было ожидать и подобного его действия на окись калия: я произвёл опыт в изогнутом ружейном стволе, в закрытый конец которого были положены куски едкого калия и глиния; при довольно высокой температуре показались пары калия, большая часть которых сгущалась в холодной части ствола, из которой я добыл несколько кусочков мягкого металла».

Отсюда видно, что Бекетов не случайно применил алюминий в качестве восстановителя металлических окислов. В данном случае он руководствовался своими теоретическими выводами, основанными на глубоком понимании сути наблюдаемого процесса, т. е. проявил большую научную прозорливость.

Убедившись в правильности своих заключений, Бекетов не распространил своего метода вытеснения металлов из их окислов металлическим алюминием на другие случаи. Но из его данных с очевидностью следует, что такой метод получения металлов из их окислов является общим для всех металлов, окислы которых менее прочны, чем окись алюминия.

Поскольку восстановление окислов металлов алюминием сопровождается выделением большого количества тепла, Гольдшмидт впоследствии использовал реакцию Бекетова для практических целей. Если смесь окиси железа с порошком металлического алюминия, называемую термитом, нагреть в одной точке, то в месте нагрева начинается реакция вытеснения железа алюминием. При этом выделяется большое количество тепла, вследствие чего нагреваются соседние слои, и реакция быстро распространяется во всей массе. В результате из окиси железа и металлического алюминия образуется окись алюминия и металлическое железо. Реакция сопровождается выделением такого количества тепла, что железо получается в расплавленном состоянии. Этим пользуются, например, для сваривания концов трамвайных рельсов: расплавленное железо заливает промежуток между концами рельсов на стыке и приваривается к ним. Это техническое применение реакции Бекетова, широко

¹ Раньше алюминий назывался глинием, так как он входит в состав глины. Еще и теперь окись алюминия часто называют глинозёмом.

практикуемое в настоящее время, известно под названием алюминотермии.

Бекетов начал исследовать вытеснение одних элементов другими с вытеснения металлов водородом из растворов их солей. На основании этих исследований он сделал ряд важных выводов, которые впоследствии были использованы другими учеными и привели к установлению новых закономерностей.

Давно было известно, что многие металлы вытесняют из кислот водород и, становясь на его место, образуют соответствующие соли. Бекетов заинтересовался вопросом, возможен ли обратный процесс, т. е. вытеснение металлов водородом из их солей и других соединений, и какие условия необходимы для осуществления такого процесса.

Он занялся изучением уже известного факта, что при пропускании водорода через раствор азотнокислого серебра осаждается серебро, в то время как из раствора сернокислого серебра вытеснить серебро с помощью водорода обычно не удаётся. «Впрочем, эти сведения, — пишет Бекетов, — отрывочные, и сами наблюдения были сделаны мимоходом; условия реакции не были изучены; отношения растворов ртути и других металлов были совершенно неизвестны; вопрос этот, словом, был едва затронут и мне казался стоящим более внимательного рассмотрения, для чего я и предпринял ряд опытов». И далее: «...действуя при различных давлениях, я заметил некоторые особенности, которые заставили меня обратить внимание на самое условие реакции, т. е. на влияние давления на химическое действие газов». Эти наблюдения в конечном счёте привели к весьма важным в теоретическом отношении выводам.

Подвергая раствор сернокислого серебра, из которого при нормальном давлении водород не вытесняет серебра, действию водорода под давлением в несколько атмосфер, Бекетов наблюдал выделение металлического серебра. При этом оказалось: чем выше концентрация раствора сернокислого серебра, тем большее требуется давление водорода, чтобы опыт дал положительные результаты. Но чем больше давление газа, тем больше его плотность и масса. В общем Бекетов пришёл к такому заключению:

1. Обыкновенный водород, в газообразном состоянии или в растворе в жидкостях, может выделять некоторые металлы (серебро, ртуть) из их растворов в кислотах.

2. Это действие водорода зависит от давления газа и от концентрации металлического раствора или, другими словами, — от химической массы¹ восстанавливающего тела.

Но полученные результаты не удовлетворили Бекетова, так как в этих опытах нельзя было объединить два процесса, прямой и обратный — вытеснение водорода металлами и вытеснение

¹ Удачно применённый здесь Бекетовым термин «химическая масса» впоследствии был положен в основу «закона действующих масс».

металлов водородом — и исследовать условия этих процессов. Действительно, такие металлы, как цинк, железо, вытесняют водород, но в опытах Бекетова не наблюдалось вытеснения этих металлов водородом, а серебро и ртуть, которые удавалось вытеснить из их солей водородом, не вытесняли водорода из кислот.

Чтобы дополнить свои наблюдения, Бекетов исследовал реакцию между уксуснокислым кальцием и углекислым газом. Суть исследования заключается в следующем: при действии раствора уксусной кислоты на углекислый кальций (например, мрамор) образуются уксуснокислый кальций и углекислота. Уксуснокислый кальций остаётся в растворе, а углекислота распадается на воду и углекислый газ, который выделяется. Если в раствор уксуснокислого кальция пропускать углекислый газ, никакого взаимодействия с уксуснокислым кальцием не происходит.

На основании своих предыдущих опытов с водородом Бекетов пришёл к заключению, что, если подвергнуть раствор уксуснокислого кальция действию углекислого газа под давлением, должна произойти обратная реакция: уксуснокислый кальций должен превратиться в углекислый, причём образуется свободная уксусная кислота. Опыт полностью подтвердил это предвидение.

Изучая это явление, Бекетов с полной ясностью установил, что «химическое действие газов зависит от давления и, смотря по величине давления, может даже совершаться в обратном направлении». Этой зависимости он дал и количественное выражение. Так, он установил: если в трубку поместить куски мрамора, налить уксусной кислоты и запаковать трубку так, чтобы из неё не мог выходить углекислый газ, давление этого газа постепенно увеличивается; когда оно достигает примерно 17 атмосфер, вытеснение углекислого газа прекращается, хотя в трубке ещё остаются неизрасходованный мрамор и уксусная кислота. В то же время серия других опытов показала, что вытеснение уксусной кислоты углекислым газом из уксуснокислого кальция начинается тогда, когда давление этого газа достигает той же величины — около 17 атмосфер. Следовательно, при таком давлении в запаиваемой трубке одновременно происходят два процесса: из углекислого кальция и уксусной кислоты образуются уксуснокислый кальций и углекислота, а из уксуснокислого кальция и углекислоты снова образуются углекислый кальций и уксусная кислота. Поэтому, когда давление достигает этих пределов, дальнейшее выделение углекислого газа становится невозможным, так как при наличии большего количества этого газа он вступает в реакцию с уксуснокислым кальцием. Значит, в этих условиях одновременно протекают две реакции, прямая и обратная, и между ними наступает равновесие.

По сути дела, в этом исследовании Бекетов впервые даёт количественное выражение закона химического действия масс, качественная сторона которого наблюдалась и раньше, и тем самым предвосхищает «закон действующих масс», сформулированный впоследствии Гульдбергом и Вааге.

Исследования Бекетова над теплотой образования окисей щелочных металлов были 21 декабря 1879 г. удостоены Академией наук Ломоносовской премии. До него никто не имел в своих руках химически чистых окисей щелочных металлов и никто не дал таких тщательных и точных исследований группы щелочных металлов. Известно, что эти металлы очень легко окисляются и что при этом выделяется большое количество тепла (энергии). Чем больше энергии выделяется при образовании какого-нибудь вещества, тем это вещество прочнее, так как для его разложения нужно возвратить (затратить) потерянную при его образовании энергию.

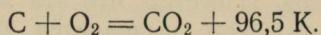
Исходя из ранее установленного положения, что наиболее прочно соединяются между собой те вещества, которые обладают наибольшей близостью «паёв» (атомов), можно было предвидеть, что наиболее прочной окисью должна быть окись лития, а наименее прочной — окись цезия, наиболее тяжёлого из щелочных металлов. Действительно, в окиси лития весовые отношения лития и кислорода 7:8, в окиси цезия весовые отношения цезия и кислорода 133:8. Следовательно, прочность окисей должна уменьшаться от лития к цезию по мере возрастания атомных весов щелочных металлов, а в соответствии с этим должно уменьшаться и количество тепла, выделяющегося при соединении соответствующего щелочного металла с кислородом.

Экспериментальная проверка показала правильность такого заключения. Этому выводу соответствует также и тот экспериментально доказанный Бекетовым факт, что из окиси натрия можно вытеснить водородом натрий при содействии высокой температуры, тогда как водород вытесняет металлический цезий из окиси цезия уже при обыкновенной температуре, т. е. значительно легче.

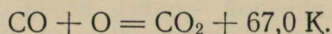
Эти термохимические исследования не были единичными. Бекетов систематически занимался термохимией и сделал в этой области не мало интересных наблюдений. Так, он высказал совершенно определённое положение: хотя большее или меньшее выделение тепла при соединении двух (или нескольких) элементов в сложное вещество может указывать на большую или меньшую прочность образующегося соединения, но количество выделяющегося при его образовании тепла не может служить меркой химического сродства соединяющихся элементов. Действительно, количество тепла, поддающееся непосредственному измерению, представляет собой суммарный эффект нескольких параллельно идущих процессов, в котором теплота, соответ-

ствующая процессу соединения рассматриваемых элементов и, по сути, могущая служить мерою их сродства, является одним из слагаемых.

Это положение он иллюстрировал таким наглядным примером: когда горит уголь, образуется углекислый газ; при этом один атом углерода соединяется с двумя атомами кислорода, и образование молекулы углекислого газа сопровождается выделением 96,5 больших калорий (К). Процесс может быть представлен в виде такого термохимического уравнения:



Когда горит окись углерода (угарный газ), тоже образуется углекислый газ, причём к молекуле окиси углерода, состоящей из одного атома углерода и одного атома кислорода (CO), присоединяется второй атом кислорода, и эта реакция сопровождается выделением 67,0 больших калорий. Термохимическим уравнением это можно выразить так:



Если рассмотреть эти два процесса с чисто арифметической точки зрения, то создаётся впечатление, будто присоединение двух атомов кислорода к атому углерода сопровождается выделением 96,5 К, а присоединение второго атома кислорода сопровождается выделением 67,0 К. Следовательно, на долю первого атома кислорода приходится $96,5 - 67,0 = 29,5$ К, что не может соответствовать действительности.

Химическое же содержание этого явления заключается в том, что уголь не состоит из обособленных атомов углерода. Атомы углерода в куске угля связаны между собой химическими силами, и горение угля состоит из нескольких процессов: должен произойти разрыв связей между атомами углерода, что требует затраты энергии (при этом энергия поглощается); затем обособившиеся атомы углерода соединяются с кислородом, причём происходит выделение энергии (в данном случае в форме тепловой). Следовательно, поддающееся измерению количество тепла, выделяющегося при горении угля, является алгебраической суммой количества тепла, поглощённого при разъединении атомов углерода, и выделившегося при соединении обособленных атомов углерода с кислородом, и, конечно, не может служить мерою сродства углерода и кислорода. Этот пример представляет собой весьма наглядный частный случай, но подобные рассуждения применимы ко всякой химической реакции. Впоследствии эти взгляды Бекетова были развиты Томсоном.

Рассмотренными работами далеко не исчерпываются исследования Бекетова, но они отчётливо показывают характер и направление его научного творчества.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ПЕТЕРБУРГЕ

После тридцатидвухлетнего пребывания в Харькове Н. Н. Бекетов был избран ординарным академиком и переехал в Петербург. Он был ещё настолько полон сил и творческой энергии, что в течение дальнейших 24 лет работал с большой продуктивностью.

По приезде в Петербург Николай Николаевич организовал в Академии наук лабораторию, оборудование которой давало ему возможность осуществить исследования, намеченные в Харькове.

Создав общий курс физико-химии, он главным образом интересовался специальным её отделом — термохимией. Термохимические исследования были необходимы для проверки его творческих соображений о связи между прочностью соединений, отношением атомных весов соединяющихся элементов и количеством выделяющегося тепла при образовании этих соединений. Эти исследования он вёл с 1878 по 1903 г., т. е. главным образом в петербургский период своей деятельности.

Термохимические данные, которыми он располагал и которые обогатил собственными исследованиями, он обобщил в «Лекциях по основным началам термохимии», прочитанных им в 1890 г. в Московском университете.

В своих воспоминаниях о нём В. Ф. Тимофеев правильно отмечает, что он «является одним из оригинальных и ярких представителей физической химии в России, учёным, который сам наметил себе своеобразный новый путь и неустанно шёл по нему всю жизнь».

В Петербурге Николай Николаевич продолжал свою педагогическую и общественную деятельность. Научная работа не только не встречала поддержки со стороны царского правительства, но оно принимало все меры к тому, чтобы закрыть широким массам путь к науке. Достаточно напомнить, что женщины вообще не принимались в высшие учебные заведения, что плата за учение была высокой. Поэтому в конце XIX и начале XX столетия прогрессивная часть трудовой интеллигенции неоднократно делала попытки создать на общественные средства учебные заведения, не зависящие от правительственной помощи. Так были учреждены в Москве и Петербурге, а затем и в других городах, Высшие женские курсы, где преподавали лучшие научные силы. На Петербургских высших женских курсах читал химию и Н. Н. Бекетов.

В те годы в крупнейших городах России создавались учёные общества, объединявшие разрозненные научные силы. Большую

роль в развитии отечественной химии и в распространении химических знаний играло Русское физико-химическое общество, председателем которого в течение ряда лет был Н. Н. Бекетов.

Николай Николаевич принимал деятельное участие также в работе съездов естествоиспытателей и врачей. На съезде в 1901 г. он выступил с докладом «О физических науках», в котором призывал участников съезда возбудить ходатайство об учреждении физико-химических отделений на физико-математических факультетах русских университетов. Эта мысль не оставляла Бекетова никогда. Но в это время ожидалось введение нового университетского устава, который, как надеялись, должен был предоставить студентам свободу заниматься любой группой дисциплин. Поэтому съезд решил возбудить ходатайство не об учреждении физико-химических отделений, а о предоставлении студентам права избрать среди специальных предметов, преподаваемых на факультете, любую группу наук — математику, механику, физику, химию.

Но это ходатайство осталось безрезультатным. Не появился и ожидаемый новый устав. И только после победы Великой Октябрьской социалистической революции многие мечты Бекетова были претворены в жизнь.

До конца дней своих Николай Николаевич живо интересовался всем, что появлялось нового в науке. Одной из последних его работ была статья «О химической энергии в связи с явлениями, представляемыми радиом».

На протяжении своей более чем полувековой научно-педагогической деятельности Николай Николаевич Бекетов дал ряд ведущих идей в области химии, преимущественно физико-химии, и его работы являются блестящим примером применения этих идей на практике.

Когда в 1903 г. было отмечено пятидесятилетие его учёной деятельности и подведены итоги его полувекового служения науке, Русское физико-химическое общество при Петербургском университете избрало его своим почётным членом и приветствовало его телеграммой, которая заканчивалась словами: «Да послужит Ваш чистый образ, Ваша полувековая бескорыстная преданность науке примером и поддержкой как ныне действующим, так и будущим русским химикам и физикам».

Николай Николаевич умер в преклонном возрасте 30 ноября 1911 г., оставив глубокий след в отечественной науке и обогатив своими идеями и открытиями мировую науку.

БЕКЕТОВСКИЕ ТРАДИЦИИ В ХАРЬКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Харьковский университет в 1868 г. одновременно лишился физико-химического отделения на физико-математическом факультете и его организатора и руководителя — Николая

Николаевича Бекетова. Но талантливый учёный оставил после себя многих учеников и сотрудников, которые продолжали начатое им дело и вели упорную борьбу за улучшение постановки преподавания химии в университете и развитие научно-исследовательской работы на факультете. Наиболее выдающимися учениками и последователями Бекетова (из оставшихся в Харькове) были профессора И. П. Осипов и В. Ф. Тимофеев.

Хотя химия снова заняла скромное место на естественном отделении физико-математического факультета Харьковского университета, но, благодаря энергии и настойчивости И. П. Осипова и В. Ф. Тимофеева, кафедра химии была разделена на самостоятельные кафедры неорганической и органической химии. При одной из них существовало аналитическое отделение. В пределах возможного преподавание химии расширялось, так что студенты, стремившиеся к овладению этой наукой, могли избрать химическую специальность.

Всё же потребность в правильно поставленном преподавании химии продолжала остро ощущаться в Харьковском университете, где прочно укоренились бекетовские традиции. В декабре 1898 г. И. П. Осипов и В. Ф. Тимофеев снова выступили с ходатайством о восстановлении физико-химического отделения по бекетовскому плану. Они подали рапорт, в котором, между прочим, отмечалось: «Такое положение вещей, по нашему мнению, должно в особенности живо ощущаться Харьковским физико-математическим факультетом, который один из всех соответственных русских факультетов ещё 35 лет тому назад поставил химию в гораздо более соответствующую группировку наук, устроив особое физико-химическое отделение. Именно в Харьковском университете, накануне расцвета современного физико-химического направления, химия была поставлена в такие условия, о которых теперь приходится только мечтать, несмотря на то, что потребность в них теперь гораздо насущнее, чем это было 35 лет тому назад».

Специальная комиссия, назначенная для рассмотрения этого вопроса, горячо поддержала ходатайство. Тем не менее, оно осталось без ответа, и до 1905 г. существенных перемен в учебном плане факультета не наступило.

После революции 1905 г. произошли некоторые изменения в жизни физико-математического факультета: была учреждена химическая секция с самостоятельным учебным планом, освободившим химиков от биологических дисциплин и усилившим преподавание физики и математики. Но эта секция просуществовала недолго: в 1912 г. она была ликвидирована. Всё же за короткий период своего существования секция дала новую смену квалифицированных химиков, занявших впоследствии кафедры в различных высших учебных заведениях.

После закрытия химической секции на физико-математиче-

ском факультете снова остались два отделения — математическое и естественное, где преподавались и химические дисциплины. Однако химикам была предоставлена возможность изучать специальные химические дисциплины, не входившие в учебный план естественного или математического отделения, но при условии выполнения всего плана, установленного для каждого из этих отделений. Таким образом, химики были поставлены в особенно тяжёлое положение: их учебная нагрузка оказалась значительно больше, чем у студентов других специальностей.

Такие преграды на пути подготовки квалифицированных кадров физиков и химиков в дооктябрьский период объясняются тем, что министерство народного просвещения в данном случае не исходило из интересов развития науки и её соответствия требованиям народного хозяйства. Университет должен был готовить главным образом преподавателей гимназии и образованных чиновников, а чиновники могли обойтись без химии и физики. В гимназиях химия вовсе не преподавалась, а физика излагалась в таком скромном объёме и на неё отводилось так мало времени, что преподавателей-специалистов не требовалось, — с этим делом справлялись учителя математики. В таких условиях дорогу к химии прокладывали себе лишь отдельные, наиболее одарённые и настойчивые студенты.

Но Н. Н. Бекетов заложил прочный идейный фундамент для будущего химического факультета в Харьковском университете. Несмотря на все трудности, которые приходилось преодолевать студентам-химикам, эта отрасль науки даже после упразднения химической секции продолжала привлекать много студентов. Преподавание химии постепенно расширялось, кафедра физико-химии была выделена в самостоятельную единицу.

Борьба за учреждение специального химического отделения, с самостоятельным учебным планом, не прекращалась. Была создана новая комиссия, которой поручили возбудить соответствующее ходатайство. Но в этом фактически уже не оказалось необходимости. Вскоре победа Великой Октябрьской социалистической революции привела к реорганизации всей работы университета в соответствии с новым общественно-политическим строем и новыми требованиями, предъявляемыми к советской высшей школе. С 1920 по 1933 год на базе старого университета возникали и сменялись разные высшие учебные заведения, преследовавшие специальные задачи, в связи с перестройкой всей жизни страны.

Цели и задачи подготовки кадров химиков коренным образом изменились по сравнению со старым университетом: требовалось выпускать не только будущих преподавателей, научных работников, но и высококвалифицированные кадры для вновь создаваемой химической промышленности.

Наконец, в 1933 г. путём слияния нескольких институтов, возникших на базе старого университета, был организован новый,

советский университет, с новой организацией, новым содержанием и, естественно, с новыми учебными планами и программами. Доказывать значение химического образования и необходимость правильной его постановки уже не было надобности. Народное хозяйство, построенное на новых началах, в том числе и быстро развивающаяся химическая промышленность, диктовали свои требования. Построенные на новых научных основах производства остро нуждались в хорошо подготовленных кадрах специалистов, с широким научным кругозором и инициативой, кадрах, преданных делу рабочего класса, делу партии Ленина—Сталина.

Физико-математический разряд, когда-то созданный благодаря инициативе и настойчивости Бекетова, разряд, о возрождении которого безуспешно мечтали его ученики и последователи, вырос в самостоятельный химический факультет, на котором все преподаваемые дисциплины были представлены самостоятельными кафедрами. Кафедры вели не только педагогическую, но и научную работу, широко вовлекая в неё и студентов.

Несмотря на то, что помещения, ныне занимаемые химическим факультетом, в десятки раз больше помещений, находившихся в распоряжении Бекетова, в них почти так же тесно, как было в бекетовской лаборатории, и с каждым годом становится всё теснее. Это ли не наглядный показатель бурного роста химического факультета!

«Наука, — говорит академик Вавилов, — могучее орудие для раскрытия производительных сил природы и средств производства, она даёт в руки людей способы борьбы и защиты. Поэтому наука возникает и растёт вместе с развитием общества, как необходимое следствие и вместе с тем условие этого развития».

После Великой Октябрьской социалистической революции и создания Советского государства на основе самой передовой в мире теории—ленинизма, перед нашей наукой открылись широкие, ничем не ограниченные перспективы развития. Развитие науки ныне тесно связано с жизнью государства. Учёные не предоставлены самим себе, а коллективно разрешают народно-хозяйственные задачи в соответствии с заданиями Сталинских пятилеток.

Теперь, оглядываясь назад, мы видим, что многое из того, что раньше к нам «приходило с Запада», в действительности имело глубокие корни у нас. Но вследствие того, что открытия, сделанные русскими учёными, часто не встречали никакой поддержки, оставались без внимания и не находили себе применения в стране с отсталой техникой и промышленностью, они использовались не у нас, а на Западе, имя русского автора либо забывалось, либо намеренно замалчивалось.

Такая участь постигла и Н. Н. Бекетова, приоритет которого в создании систематического курса физико-химии, как неотъем-

лемой части учебного плана, а также в применении алюминия в качестве восстановителя металлических окислов, не может вызывать сомнений.

Бекетовские традиции живы на химическом факультете Харьковского университета. В честь этого выдающегося учёного, проводшего в Харькове лучшие годы своей жизни и заложившего основание, на котором построен современный химический факультет, в университете ежегодно устраиваются «Бекетовские чтения». Храня эти традиции, отряд советских химиков, работающих в Харьковском государственном университете имени А. М. Горького, стремится обогатить науку новыми достижениями, направленными на благо нашей великой социалистической Родины.



Kharkov University



