



# ИСТОРИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

ВЫПУСК №36

Российский химико-технологический  
университет имени Д.И.Менделеева

МОСКВА  
2011

**Исторический вестник  
РХТУ**

**им. Д.И. Менделеева  
№ 36 (3) 2011 г.**

*Учредитель  
Российский  
химико-технологический  
университет  
им. Д. И. Менделеева*

Жуков А.П. - отв. редактор,  
Денисова Н.Ю. - отв.  
секретарь

Мнение редакции может не  
совпадать с позицией  
авторов публикаций

Перепечатка материалов  
разрешается  
с обязательной ссылкой  
на «Исторический вестник  
РХТУ им. Д. И. Менделеева»

Верстка *А. Ю. Ильин*  
Обложка *А. В. Батов*

Отпечатано на ризогра-  
фе. Усл. печ. л. 5,0. Тираж  
200 экз. Заказ **116**

**Центр истории РХТУ  
им. Д. И. Менделеева  
и химической технологии**

Адрес университета:  
125047 Москва,  
Миусская пл., дом 9.  
Телефон для справок  
8-499-978-49-63  
E-mail: mendel@muctr.ru

© Российский химико-тех-  
нологический универси-  
тет им. Д.И. Менделеева,  
2011

**Содержание**

КОЛОНКА РЕКТОРАТА

**К ЧИТАТЕЛЯМ ИСТОРИЧЕСКОГО ВЕСТНИКА** 3

ИСТОРИЯ ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

**НАШ ПЕРВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
*«Михаил Васильевич Ломоносов»*  
*Кудрявцев Б.Б.* 4

ПУБЛИКАЦИИ

**PERSONAL RECOLLECTIONS OF THE  
BALATON GROUP HISTORY**  
*Niels I. Meyer* 20

ИСТОРИЯ МХТИ-РХТУ

**ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОХИМИИ  
ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В РХТУ (МХТИ)  
им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА НА КАФЕДРЕ ТЭП  
В ПЕРИОД С 1950 ГОДА**  
*Томилов А.П.* 26



*Возложение цветов к мемориалу погибшим менделеевцам 7 декабря 2011 г.*

### **К читателям «Исторического вестника»**

*Уважаемые коллеги!*

*Вашему вниманию предлагается 36-й номер «Исторического вестника». Уходящий 2011 год по решению ЮНЕСКО назван годом М.В. Ломоносова в честь 300-летия российского гения, ему посвящен ключевой материал этого сборника – фрагмент из неоднократно издававшегося в СССР научно-популярного очерка профессора МХТИ Б.Б. Кудрявцева. Отметим, что творчество М.В. Ломоносова как химика подробно исследовали наши менделеевские профессора С.В. Кафтанов и А.Ф. Капустинский.*

*Детальный обзорный очерк о работе менделеевцев в области разработки научных основ и технологий новых высокоселективных и малоотходных процессов электросинтеза органических соединений представил выпускник МХТИ послевоенных лет профессор А.П. Томилов.*

*К делам неформальной группы международных экспертов «Балатон» привлекает наше внимание датский исследователь Н. Мейер в статье, подготовленной специально для нашего издания.*

Президент РХТУ  
Павел Саркисов

Ректор РХТУ  
Владимир Колесников

## НАШ ПЕРВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

К 300-летию М.В. Ломоносова

Из книги Б.Б. Кудрявцева «Михаил Васильевич Ломоносов», М., 1961

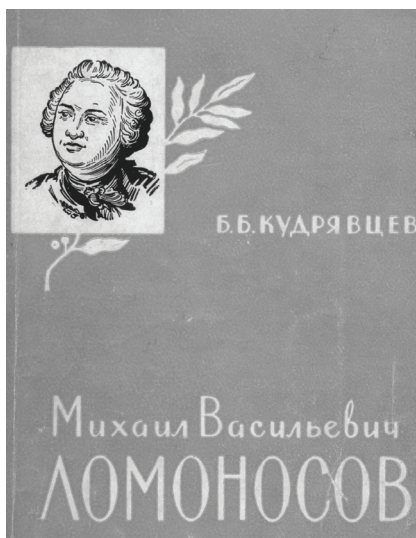
*«Химик требуется не такой, который только из одного чтения книг понял сию науку; но который собственно искусством в ней прилежно упражнялся».*

М. Ломоносов

Академик Штелин в конспекте несказанного похвального слова в честь М.В. Ломоносова дал жесткий портрет своего коллеги:

*«Характер Ломоносова – физический: отличался крепостью и почти атлетической силою; например, трех напавших на него матросов одолел и снял с них платье. Образ жизни общий плебеям. Умственный: исполнен страсти к науке, стремления к открытиям. Нравственный: мужиковат, с низшими и в семействе суров; желал возвыситься, равных презирал».*

А. Сосницкий. Ломоносов: Спб. - 1911. с. 76



### ВВЕДЕНИЕ

История человечества знает много разносторонне одаренных людей. Великий итальянский художник Леонардо да Винчи одновременно был ученым, инженером, изобретателем. Многообразные естественнонаучные исследования проводил великий немецкий поэт Вольфганг Гете. Александр Порфирьевич Бородин был одновременно медиком, выдающимся химиком и замечательным музыкантом.

Но хотя количество таких примеров можно значительно увеличить, мы нашли бы среди них лишь очень немногих столь разносторонне одаренных природой, как великий русский ученый Михаил Васильевич Ломоносов.

Трудно даже перечислить те области науки и искусства, в которых Ломоносов оставил след. А. С. Пушкин писал, что, «соединяя необыкновенную силу воли с необыкновенной силой понятия, Ломоносов обнял все отрасли просвещения. Жажда науки была сильнейшей страстью сей души, исполненной страстей. Историк, ритор, химик, минералог, художник и стихотворец, он все испытал и все проник».

Следует заметить, что эта разнообразная деятельность Ломоносова была порождена бурной эпохой преобразования нашей родины, эпохой, связанной с деятельностью Петра I. Побуждаемый духом времени, Ломоносов с воодушевлением отдавался работе в самых различных областях культурной деятельности человека.

Ломоносов по праву занимает одно из первых мест среди людей, которыми гордится все

культурное человечество.

Связь науки с практикой, с повседневными задачами жизни, – органическое свойство работ Ломоносова. «Науки художествам путь показывают; художества происхождения наук ускоряют. Обои общию пользою согласно служат», – писал он. И эту мысль Ломоносов подтверждал всем своим творчеством. Исследование свойств газов помогает ему установить законы вентиляции шахт, химические опыты – разработать технологию получения цветных стекол, географические исследования – отыскать Северный морской путь в Индию и т. д.

Связь с практикой в работах Ломоносова не имеет ничего общего с вульгарным практицизмом. Во всех его работах, как бы разнообразны они ни были, движущей силой являлась мысль о служении родине. «Для пользы общества коль радостно трудиться!» – от всего сердца восклицал он.

Просматривая написанные им сочинения и планы работ, которые преждевременная смерть не позволила ему выполнить, мы убеждаемся в том, что мысль о народном благе не оставляла его всю жизнь.

Человек огромной страстности, Ломоносов все свои силы отдавал науке и искусству, предназначенным, по его мысли, служить человеку.

Жизнь Ломоносова достойна подражания!

В этой небольшой книжке рассказывается о жизни и трудах гениального ученого и замечательного гражданина, верного сына русского народа Михаила Васильевича Ломоносова.

Публикуем несколько глав из книги Б.Б. Кудрявцева.

### ПОСТРОЙКА ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

По возвращении в Петербург Ломоносов не получил никакой определенной должности в Академии наук. Первоначально он составлял описание минералогической коллекции Академии, продолжая энергично работать в различных областях науки. Его самовольный отъезд из Фрейберга, по-видимому, не повлек за собой какого-либо взыскания.

Неопределенность служебного положения сильно удручала Ломоносова. Ведь при отъезде за границу ему и его товарищам было обещано, «что ежели они в науках совершенны будут, пробы своего искусства покажут и о том надлежащее свидетельство получат, то по возвращении своем в профессоры экстраординарные удостоены будут».

Поэтому 8 января 1742 года Ломоносов подал прошение, в котором, напомнив обещание, писал, что физику, химию и горное дело «так произошел, что оным другим учить и к тому принадлежащие полезные книги с новыми инвенциями писать» может. Прошение было принято во внимание, и Ломоносов был назначен адъюнктом Академии с жалованьем 360 рублей в год. По тогдашним временам на эти деньги можно было безбедно жить. Однако бесхозяйственность, царившая в Академии, приводила к тому, что жалованье не только сотрудникам, но и академикам по долгу не выплачивалось. «Почти за целый год, – жаловался Ломоносов, – я, низайший, жалования от Академии не получал, оттого пришел в крайнюю скудность. А ныне я нахожусь болен и не только лекарств, но и дневной пищи себе купить на что не имею и денег достать займы не могу». Не раз задумывался Ломоносов о том, чтобы выписать к себе жену, но всякий раз бедственное положение, в котором он находился,

останавливало его от этого шага. Бурно проходили для него эти годы. Вспыльчивый, с горячим и прямым характером, Ломоносов не мог остаться в стороне от ожесточенной борьбы, которую вели в Академии русские ученые против засилья иностранцев.

Приглашенные Петром I иностранные ученые были многочисленны и являлись, как правило, талантливыми специалистами. При наследниках Петра положение изменилось. Особенно тяжело чувствовался гнет иностранцев, главным образом немцев, во время царствования Анны Иоанновны (1730—1740 гг.).

Дочь царя Ивана Алексеевича (брата Петра I) Анна была выдана 17 лет от роду замуж за герцога Курляндского. Рано овдовев, она прожила в Митаве, не возвращаясь в Россию 19 лет и за эти годы полностью забыла родину.

Вступив в 1730 году на русский престол, Анна Иоанновна постаралась припомнить все истинные и мнимые «обиды», причиненные ей. «Не доверяя русским, Анна поставила на страже своей безопасности кучу иностранцев, навезенных из Митавы и из разных немецких углов. Немцы посыпались в Россию, точно сор из дырявого мешка, облепили двор, обсели престол, забирались на все доходные места в управлении». Засевшую в Академии и вершащую дела в ней немецкую партию возглавлял советник академической канцелярии И. Д. Шумахер. Ломоносов прекрасно понимал, что «Шумахеру было опасно происхождение в науках и произведение в профессоры природных россиян», а потому, любя родину, он решает «до гроба с неприятелем наук российских бороться».

Ломоносова возмущали до глубины сердца академические порядки. Много позднее он писал: «Примечания и смеху достойно, что когда Ломоносов уже давно в отечество воротился и

был по штату в Академии адъюнктом физического класса на жалованье академическом по 360 рублей, академическая канцелярия на всякий год требовала и получала из статс-конторы на содержание его по четыреста рублей наперед, и было якобы два Ломоносова: один в России, другой в Германии. Подобное происходило и с прочими двумя студентами, на которых до возвращения Шумахер принимал определенную из статс-конторы сумму, ничево к ним не пересылая».

При вспыльчивом характере Ломоносова не следует удивляться тому, что его борьба с немецкой партией часто принимала грубые формы, выливаясь в грандиозные скандалы и столкновения «с боем и бесчестием». Эта ожесточенная борьба привела к шестимесячному аресту Ломоносова.

Не следует думать, что в течение двух с половиною лет, прошедших со времени возвращения из-за границы до ареста, Ломоносов, увлекшись борьбой с немецким засильем, забросил научную работу. Нет, в продолжение всего этого времени Ломоносов много и плодотворно работает. Как адъюнкт Академии он преподает (правда, единственному студенту) химию, минералогию и стихосложение. В это же время он заканчивает несколько важных научных работ; он пишет «Элементы математической химии», диссертацию «О нечувствительных физических частичках, составляющих тела природы» и изданные лишь двадцать лет спустя «Первые основания металлургии или рудных дел». По всей вероятности, тогда же в основном окончил Ломоносов и капитальные работы: «О причине теплоты и холода» и «О действии химических растворителей», прочитанные им в Академии в 1745 году. В этих работах Ломоносов излагает мысли, намного опередившие науку его времени.

Значительно развилось и окрепло поэтическое дарование Ломоносова. Еще будучи во Фрейберге, Ломоносов написал и прислал в Петербург оду по случаю победы русских войск над турками и взятия крепости Хотин, написанную столь звучным и красивым языком, что она сразу привлекла к себе общее внимание. Теперь же, находясь под арестом, он пишет одно из лучших своих стихотворений «Вечернее размышление», начинающееся вдохновенными строками:

*Лицо свое скрывает день,  
Поля покрыла влажна ночь,  
Взошла на горы черна тень,  
Лучи от нас прогнала прочь.  
Открылась бездна звезд полна;  
Звездам числа нет, бездне дна.*

Замечательно также написано им «Утреннее размышление». С прозорливостью гения Ломоносов так описывает солнечную деятельность:

*Когда бы смертным столь высоко  
Возможно было взлететь,  
Чтоб к солнцу бrenно наше око  
Могло приблизившись воззреть:  
Тогда б со всех открылся стран  
Горящий вечно океан.  
Там огненны валы стремятся  
И не находят берегов.  
Там вихри пламенны крутятся,  
Борючись множество веков;  
Там камни, как вода, кипят.  
Горящи там дожди шумят.*

Рассматривая Солнце при помощи современных астрономических приборов, мы удивляемся, насколько похоже то, что мы наблюдаем, на описание, данное Ломоносовым!

Поэтические успехи Ломоносова способствовали росту его популярности при императорском дворе, что в свою очередь ощутимо сказывалось на его положении в Академии. То поведение, которое, по мнению Шумахера, было возможно по отношению к русскому ученому, было невозможно по отношению к известному при дворе поэту.

В 1744 году к Ломоносову в Петербург приехала его жена. Вскоре у них родился сын Иван,

умерший младенцем.

С приездом жены ухудшилось и без того тяжелое материальное положение Ломоносова. Остро переживал он несоответствие своих знаний и способностей с тем положением, которое он занимал в Академии. Поэтому, когда в 1745 году двор возвратился из Москвы в Петербург, Ломоносов подал прошение, в котором писал: «В бытность мою при Академии наук трудился я нижайший довольно в переводах физических и механических и пиитических с латинского, немецкого и французского языков на российский, и сочинил на русском же языке горную книгу и риторику, и сверх того... в обучении назначенных ко мне студентов, в изобретении новых химических опытов и в сочинении новых диссертаций с возможным прилежанием упражняюсь...», а потому просил он, чтобы назначили его «профессором химии с надлежащим жалованьем, в которой должности я нижайший со всевозможным старанием как в произыскании наук, так и в обучении российского юношества отечеству пользу чинить буду».

Учитывая известность Ломоносова при дворе, Шумахер не решился отказать ему; все же, по его указанию, академики постановили, «тщательно взвесив все и нисколько не сомневаясь в знаниях и способностях господина кандидата, для большего порядка, чтобы конференции был представлен образчик в виде диссертации на любую тему соответственно теперешнему состоянию науки». Требуемая диссертация была вскоре представлена. Чинить Ломоносову дальнейшие препятствия было невозможно, поэтому 22 июня конференция Академии признала, что представленные Ломоносовым «специмены достойны профессорского звания».

25 июля 1745 года специальным указом Ломоносов был назначен профессором по кафе-

дре химии.

Из различных кафедр, имевшихся в Академии, вначале особенно не повезло кафедре химии. В то время как по другим специальностям мы встречаем в XVIII веке в Петербургской академии первоклассных ученых, кафедра химии или пустовала, или возглавлялась модями, интересы которых были далеки от химии.

Первым академиком-химиком был некий Бюргер, приятель тогдашнего президента Академии наук Блюментроста. Приглашая его в Петербург и зная, что он не химик, а врач, Блюментрост писал: «Если Вас затруднит химия,— ее можно откинуть». Академическая карьера Бюргера продолжалась всего три месяца. В 1726 году он, возвращаясь пьяным с именин Блюментроста, вывалился из кареты и разбился насмерть.

Приглашенный на его место естествоиспытатель-ботаник И. Г. Гмелин вскоре после приезда в Петербург уехал с экспедицией в Сибирь и возвратился только в 1743 году. По возвращении Гмелин занялся, однако, не химией, а обработкой огромных ботанических коллекций, привезенных им из Сибири.

Совершенно бесследно для науки прошла и годовая «деятельность» адъюнкта химии медика Мигенда. Поэтому с полным правом мы должны считать, что М.В. Ломоносов был первым профессором химии Петербургской Академии наук.

Назначение Ломоносова профессором улучшило его материальное положение, однако денежные заботы по-прежнему причиняли ему много беспокойства. Несмотря на это, Ломоносов чрезвычайно энергично и продуктивно работает над диссертациями и переводит на русский язык курс физики своего учителя Христиана Вольфа. Появление на русском языке «Вольфианской экспериментальной физики» имело большое значе-

ние для распространения в России естественнонаучных знаний.

Особенного внимания заслуживает написанное Ломоносовым предисловие к этой книге. Описывая прогресс естественных наук в XVII и XVIII столетиях, Ломоносов приводит такое образное сравнение: «Пифагор за изобретение одного геометрического правила Зевесу принес на жертву сто быков. Но если бы за найденные в нынешние времена от остроумных математиков правила по суеверной его ревности поступать, то бы едва в целом свете столько рогатого скота сыскалось». Это произошло благодаря тому, что «ныне ученые люди, а особливо испытатели натуральных вещей мало взирают на родившиеся в одной голове вымыслы и пустые речи, но больше утверждаются на достоверном искусстве. Главнейшая часть натуральной науки — физика — ныне уже только на одном оном свое основание имеет. Мысленные рассуждения произведены бывают из надежных и много раз повторенных опытов». Этими словами Ломоносов подчеркивает значение опыта в развитии точных наук и необходимость опытного подтверждения научных гипотез.

При выполнении перевода Ломоносов столкнулся с бедностью русского научного языка того времени. «Принужден я был, — писал он, — искать слов для наименования некоторых физических инструментов, действий и натуральных вещей, которые хотя сперва покажутся несколько странны, однако надеюсь, что они со временем через употребление знакомее будут». Таким образом, он явился основателем русской научной терминологии. Наш теперешний язык содержит очень много слов, впервые введенных Ломоносовым. Вот некоторые из них: термометр, формула, зажигательное стекло, поршень, упругость,

сферический, атмосфера, барометр, манометр, преломление лучей, полюс магнита. До Ломоносова этих слов в русском языке не существовало.

Выпущенный в количестве 600 экземпляров перевод физики быстро разошелся, так что меньше чем через год, в январе 1747 года, было отпечатано еще 600 экземпляров того же набора. Тринадцать лет спустя, в

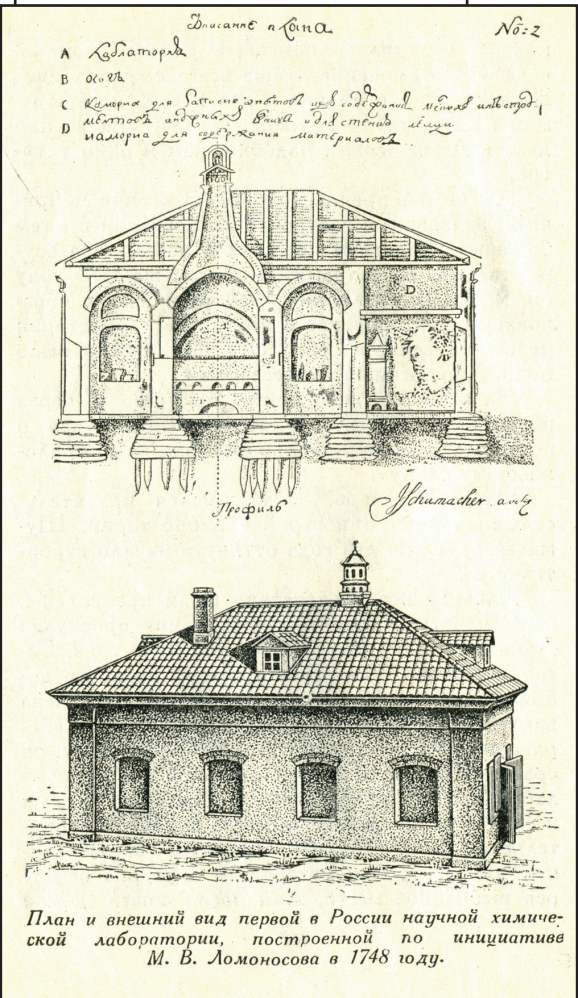
в России нашло выражение также в чтении им публичных лекций по физике на русском языке, разрешенном ему специальным указом Сената. Первая лекция состоялась 20 июня 1746 года. Ломоносов очень тщательно готовился к первой лекции, и она прошла с большим успехом. На лекции присутствовал недавно назначенный президент Академии наук граф К. Г. Разумовский и многие влиятельные при дворе лица.

В связи с отъездом Разумовского лекции прекратились, однако 5 августа того же года в петербургских «Ведомостях» появилось объявление: «Охотникам до физики экспериментальной через сие объявляется, что Академии наук профессор господин Ломоносов с предбудущей пятницы по-прежнему в положенные часы, а именно от трех до пяти часов, начнет продолжать свои публичные лекции». Достоверно известно, что Ломоносов прочитал еще две лекции. О дальнейшем продолжении лекций сведений нет.

На судьбу Ломоносова в этот период его жизни сильное влияние оказывал успех его поэтических произведений при дворе. Императрица Елизавета и ее приближенные не понимали значения научных работ Ломоносова, однако им нравились его звучные оды.

Особенную известность получила ода, написанная в 1747 году. Много поколений восхищались вдохновенными строками:

О вы, которых ожидает  
Отечество от недр своих  
И видеть таковых желает,  
Каких зовет от стран чужих,  
О ваши дни благословенны!  
Дерзайте ныне ободренны



1760 году, вышло второе издание «Вольфианской экспериментальной физики», снабженное Ломоносовым добавлениями. Из добавлений интересны: третье, написанное «для опровержения теплотворной нарочной материи», и шестое «О электрической силе», где описана электрическая машина и опыты с нею.

Стремление Ломоносова к распространению просвещения

Раченьем вашим показать,  
Что может собственных Платонов  
И быстрых разумом Невтонов  
Российская земля рождать.

Успех при дворе способствовал осуществлению заветной мечты Ломоносова — постройке научной химической лаборатории.

Химические лаборатории возникли в России сравнительно давно. Первоначально функции химических лабораторий выполняли аптеки, появившиеся в России в царствование Ивана Грозного. Ко времени Петра I в Москве было уже восемь аптек.

Сам занимаясь химическими анализами, Петр организует в Петербурге первую химическую лабораторию, предназначенную для производства технических испытаний. В этой лаборатории производились испытания строительных материалов, пробы красок, анализы руд. Это была лаборатория технической химии. Как в Петербургской лаборатории, так и в аптечных лабораториях было сделано много ценных для науки частных наблюдений. Однако в их задачи не входили опыты, имеющие целью подтверждение той или иной научной теории, проверку того или иного научного закона, т. е. они не были научными лабораториями. А именно о создании научной химической лаборатории Ломоносов начал настойчиво хлопотать, еще будучи адъюнктом.

В 1742 году он подал в Академию первое предложение об организации химической лаборатории. Предложение осталось без ответа. В 1743 году он вторично пишет в Академию о постройке лаборатории, в которой «мог бы для пользы отечества трудиться в химических экспериментах». На это последовал ответ: «Отказать за неимением денег». Но Ломоносов не сдаётся. Наступает 1745 год, и мы читаем: «Академию наук третично покорнейше прошу, дабы повелено было при оной Академии в удобном месте учредить Химическую

лабораторию с принадлежащими к тому инструментами и материалами».

В этом прошении Ломоносов указывал уже на то, что лаборатория нужна не только для развития теоретической науки, но и для обслуживания развивавшейся промышленности и для изучения естественных богатств страны. И это предложение ни к чему не повело!

Надо с полным основанием сказать, что не одно безденежье являлось тормозом в постройке лаборатории. Ломоносов был бельмом на глазу у немецкой партии в Академии, и последняя при помощи своего руководителя, всесильного Шумахера, стремилась помешать работе Ломоносова. Это отношение лучше всего выразил зять Шумахера, «его именина и дел и чуть не Академии наследник» — Тауберт, сказав: «Разве нам десять Ломоносовых надобно, нам и один в тягость».

Ломоносов прекрасно понимал истинные причины задержки в постройке лаборатории и с тем большим упорством продолжал добиваться осуществления своего проекта. В том же 1745 году он, минуя Канцелярию Академии, подает обоснованное предложение о постройке лаборатории непосредственно в Сенат. Это предложение было подписано восемью профессорами.

На этот раз дело пошло быстрее, и через полгода последовал правительственный указ о постройке химической лаборатории «по приложенному плану». Но даже теперь, когда имелся правительственный указ о постройке лаборатории, Шумахер сумел на два года оттянуть начало строительства.

Наконец все препятствия были преодолены. С чувством радостного ожидания проснулся Ломоносов рано утром 3 августа 1748 года. Сегодня должно состояться событие, которого добивался он вот уже шесть лет:

утром назначена закладка фундамента будущей химической лаборатории. Быстро одевшись и выйдя из дому, он сразу же очутился на строительной площадке — лабораторию предполагалось построить шагах в сорока от его дома. На месте будущего строительства были аккуратно сложены заготовленные для постройки материалы. Еще раз осмотрев выбранное место, Ломоносов пошел домой завтракать. Вскоре пришел и подрядчик, Михаил Иванович Горбунов, среднего роста человек с открытым и умным лицом. Вместе с ним пошел Ломоносов на место стройки. Подошли и остальные лица, пожелавшие присутствовать на торжестве закладки лаборатории. В молчании положен был первый камень фундамента. Так началось строительство первой в России научной химической лаборатории.

Неустанно наблюдал Ломоносов за ходом строительства, заражая всех своей энергией. Не прошло и трех месяцев, как лаборатория была готова. Это было одноэтажное кирпичное здание, построенное на сваях. Лаборатория состояла из сводчатого зала и прилегающих к нему двух комнат или, как их называл Ломоносов, «камор».

Над зданием возвышались две трубы, одна — обеспечивающая вентиляцию, вторая — для отвода продуктов горения отопительной и многочисленных лабораторных печей. Одна из «камор» служила аудиторией; в ней читались лекции студентам и записывались результаты опытов. В ней же стояли весы. Во второй «каморе» помещался склад химической посуды и материалов.

Одновременно с постройкой лаборатории Ломоносов энергично хлопотал о приобретении необходимых для нее приборов. А так как «химик без знания физики подобен человеку, который во всем искать должен ощупом», Ломоносов оборудовал лабора-



торию наряду с химической аппаратурой всеми применявшимися в то время физическими приборами. Особенно большое внимание уделил он весам, ибо «без знания меры и веса мы не можем наверняка и без опасения ошибки воспроизвести желательное нам явление».

Приступив к занятиям в лаборатории, Ломоносов писал в Академию: «У долговременных опытов, которые несколько дней продолжаются, одному мне всегда быть нельзя, для того должно быть при мне такому человеку, который бы знал несколько химической практики и по моему указанию мог иногда и без меня один при экспериментах быть... Того ради Канцелярию Академии наук прошу определить ко мне в лабораторию для вспоможения лаборатории».

Назначенный к Ломоносову для этой цели И. Менеке был первым лаборантом химической лаборатории.

Так возникла первая в России научная химическая лаборатория, созданная трудами и настойчивостью гениального русского ученого Михаила Васильевича Ломоносова.

### **БОРЬБА ЗА АТОМИСТИКУ**

Творческая жизнь ученого представляет собою единое целое; лишь для удобства рассмотрения она может быть разделена на отдельные периоды. В творчестве Ломоносова сравнительно четко различаются три периода.

Первый период простирается от конца учения до постройки химической лаборатории, т. е. до 1748 года, и посвящен главным образом теоретическим исследованиям в области физики.

Второй период обнимает отрезок времени от постройки химической лаборатории до 1757 года. В эти годы Ломоносов занимается в основном решением различных вопросов теоретической и экспериментальной

химии.

Третий период охватывает годы, начиная с 1757 вплоть до смерти Ломоносова. В течение этих лет Ломоносов, помимо прежних занятий, уделяет много времени работам в области различных прикладных наук и административной деятельности.

Ломоносов придавал очень большое значение своим физическим исследованиям. «Стихотворство — моя утеха, физика — мои упражнения», — говорил он. В годы, предшествовавшие постройке лаборатории, Ломоносовым был выполнен ряд капитальных работ по физике, значение которых было понято только гораздо позже. Поэтому совершенно естественно кратко остановиться на содержании и научном значении важнейших сочинений этого периода. К таковым можно отнести три диссертации: «О нечувствительных физических частичках, составляющих тела природы», «О причине теплоты и холода» и «Попытка теории упругой силы воздуха».

Приблизительно две с половиной тысячи лет назад у человека возникла гениальная догадка о том, что все тела в мире состоят из мельчайших, невидимых глазом частиц. В наиболее совершенной форме эту мысль выразил замечательный греческий философ Демокрит. Мельчайшие частицы, из которых состоит все в мире, он считал неделимыми и назвал поэтом атомами («атом» по-гречески означает «неделимый»). «Обыкновенно мы говорим, — писал он, — о сладком и горьком, о теплом и холодном, о цвете и запахе, — в действительности же существуют атомы и пустое пространство».

При помощи этих представлений объяснялись многие явления, знакомые нам из обычной жизни. Так, например, аромат цветов объяснялся тем, что атомы, вылетающие из чашечки цветка, попадают в нос человека и вызывают ощущение

запаха. Сходно объяснялась способность человека видеть окружающие предметы и т. д.

В древности взгляды Демокрита пользовались большим распространением. Но вот проходят столетия, и положение изменяется. Получившая огромную власть в средние века христианская церковь стремилась увести человеческую мысль от всего разумного, материального. Не могла примириться церковь с мыслью о том, что мир, в конечном счете, состоит лишь из материальных частиц — атомов Демокрита. Взгляды Демокрита объявляются языческими. В борьбе с атомным учением церкви помогают светские власти. 4 сентября 1626 года парижский Парламент специальным декретом запретил распространение атомных представлений под страхом смертной казни.

Однако развитие науки нельзя остановить бумажными декретами, какими бы грозными они ни были. Проходит несколько десятилетий, и именно в Париже возрождаются идеи атомного строения вещества. На этот раз их выразителем был французский философ Пьер Гассенди.

Сторонником Гассенди был известный английский физик Роберт Бойль (1627—1691).

Один из творцов современной физики, великий Ньютон (1643—1727) считал, что все тела состоят из «имеющих массу, крепких, непроницаемых, движущихся частичек...», т. е. атомов.

Следует, однако, отметить, что атомные представления даже крупнейших ученых того времени были несовершенны и непоследовательны.

Одновременно с материальными атомами ими признавалось существование различных невесомых, нематериальных веществ. Сам Гассенди считал, что существуют не только материальные атомы, но и атомы... души!

Наряду с представлениями

об атомах в науке того времени было весьма распространено воззрение, согласно которому считалось, что вещество может делиться неограниченно и никаких мельчайших неделимых частиц — атомов или корпускул — не существует.

Во времена Пьера Гассенди эту точку зрения развил крупнейший французский философ Рэне Декарт — «славный и первый из новых философов», как его называл Ломоносов. Декарт отрицал существование неделимых частиц материи — атомов. По его мнению, единственным признаком материи является протяженность, т. е. способность занимать некоторое пространство. По своей же сущности, как думал он, материя неограниченно делима.

Не признавал материальных атомов и такой крупный ученый, как Г. Лейбниц (1646—1716), а вслед за ним и его последователь Христиан Вольф.

В свете сказанного весьма знаменательно, что уже в первых своих сочинениях Ломоносов выступает (в противоположность своему учителю) последовательным атомистом.

Это показывает, как рано преодолел Ломоносов влияние своего учителя.

В представленной в 1743 году в Академию диссертации «О нечувствительных физических частичках», так же как и в ранее написанных «Элементах математической химии», Ломоносов утверждает, что все тела состоят из мельчайших материальных частичек, которые он называет «элементами» и «корпускулами». «Корпускулами» он называет сложные частицы, состоящие из простых частиц — «элементов». В современной науке вместо «корпускула» говорят молекула, вместо «элемент» — атом.

Замечательно, что ясно проведенное Ломоносовым различие между молекулами и атомами было точно сформулировано

вторично лишь сто лет спустя, на специальном международном съезде химиков.

Ломоносов считал, что такие свойства тел, как цвет, запах, удельный вес и т. д., определяются качеством, родом мельчайших частиц, их взаимным расположением и движением.

Поскольку же «корпускулы» и «элементы» представляют собой мельчайшие тельца, обладающие всеми свойствами обычного тела, то их движения и взаимодействия подчиняются законам обычной механики. Поэтому Ломоносов заключил, что «частичные качества тел могут быть объяснены законами механики». А так как механика в свою очередь широко пользуется математическими методами, Ломоносов поставил необычную для своего времени задачу: создание «математической химии». Решение этой задачи превратило бы химию из «искусства», которым она являлась в то время, в точную науку.

Приходится пожалеть о том, что указанные сочинения Ломоносова принадлежат к тем немногим его работам, которые он не опубликовал. Несомненно, они бы обратили на себя внимание и, возможно, сильно повлияли бы на развитие науки.

Только много позднее появились сочинения, в которых атомные представления развивались столь же последовательно. Названные работы являлись частью широко задуманного Ломоносовым сочинения, посвященного атомному учению, или, как он выражался, «корпускулярной философии».

На совершенно естественно возникающий вопрос, почему Ломоносов не опубликовал эти сочинения, некоторый свет проливают его письма. Чрезвычайно требовательный к себе, он писал своему другу, петербургскому академику, гениальному математику Л. Эйлеру:

«Хотя я всю систему корпус-

кулярной философии мог бы опубликовать, однако боюсь: может показаться, что даю ученому миру незрелый плод скороспелого ума, если выскажу многие новые взгляды, по большей части противоположные принятым великими мужами».

Опасался он также «опечалить горечью духа» старость учителя своего Христиана Вольфа, учение которого о материи и ее свойствах разрушалось доказательствами Ломоносова.

Не опубликовав упомянутые выше две диссертации целиком, Ломоносов в совершенстве разработал и опубликовал отдельные части этих работ.

Одним из важных вопросов естествознания того времени был вопрос о природе теплоты. Развитие промышленности и многочисленные попытки устройства паровой машины привлекали к этому вопросу внимание ученых различных стран.

Подобно тому как сегодня ученые заставляют служить человеку огромные запасы энергии, заложенные в атомных ядрах, так же во времена Ломоносова люди пытались использовать для этой же цели запасы химической энергии, скрытые в молекулах, входящих в состав древесины и угля, превращая ее в теплоту. И так же как сегодня для конструирования совершенных атомных электростанций ученые стремятся выяснить природу ядерных сил и ядерной энергии, так во времена Ломоносова они пытались понять природу теплоты.

Как же решался тогда этот вопрос наукой?

В европейской науке того времени существовал общепотребительный способ решения ряда затруднительных вопросов. Для объяснения непонятных явлений, для ответа на трудные вопросы наука располагала целым набором таинственных невесомых веществ или «материй». Так, например, существовало «неве-

самое тепловое вещество», или «тепловая материя», «невесомая материя упругости», «материя холода», «материя тяготения» и т. д. При помощи этих материй можно было на словах объяснить все, что угодно!

Вас интересует, почему вода в чайнике, поставленном на огонь, нагревается; ответ готов: невесомая тепловая материя, выделяемая огнем, входит в воду, и вода нагревается.

Точно так же, если вас интересует, почему газ сопротивляется уменьшению объема, то это можно объяснить тем, что в нем имеется «невесомая материя упругости», которая и обуславливает упругость газа.

Объяснения явлений природы при помощи невесомых материй напоминают известные рассуждения врача в одной из комедий Мольера.

В зернах мака имеется химическое вещество — опиум, при приеме которого человек погружается в глубокий сон. Невежественный, но воображающий себя ученым врач, высмеиваемый в комедии, объяснял снотворное свойство опия так: «Опиум усыпляет потому, что он обладает усыпляющими свойствами».

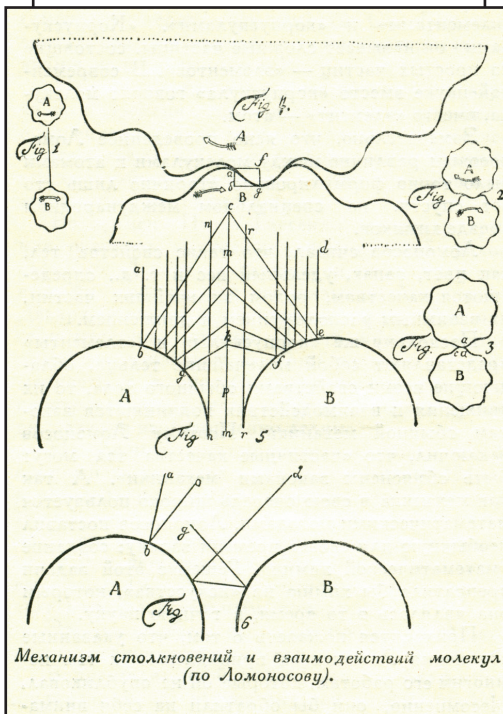
Конечно, такого рода объяснения не помогают понять, почему и как в природе происходят те или иные явления.

Однако во времена Ломоносова наличие «тепловой материи» принималось почти всеми крупными учеными. Этим же взглядом придерживался и уважаемый Ломоносовым Вольф. В переведенной Ломоносовым на русский язык «Вольфианской экспериментальной физике», книге, передовой для своего времени, мы читаем: «...теплота и без воздуха распространяется и следовательно есть материя, которая воздуха много тонче... Мы станем называть ее теплотворною материей...».

Материалистической кор-

пускулярной философии Ломоносова органически чуждо представление о невесомых материях. Последовательная борьба с ними проходит красной нитью через все его научное творчество.

В январе 1745 года Ломоносов на двух заседаниях Академии наук зачитал свое «Размышление о причине теплоты и холода», в котором с полной убедительно-



Механизм столкновений и взаимодействий молекул (по Ломоносову).

стью показал, что для объяснения теплоты совершенно не нужна особая тепловая материя.

«Очень хорошо известно,— начинает он свою диссертацию,— что теплота возбуждается движением: от взаимного трения руки согреваются; дерево загорается пламенем; при ударе кремня об огниво появляются искры; железо накаливается докрасна от прокозывания частыми и сильными ударами, а если их прекратить, то теплота уменьшается и произведенный огонь тухнет».

Но «тела могут двигаться двояким движением — общим, при котором все тело непрерывно меняет свое место при покоящихся друг относительно друга

частицах, и внутренним, которое есть перемена места нечувствительных частичек материи».

Какое же из этих движений производит теплоту?

«Так как,— заключает Ломоносов,— при самом сильном общем движении часто не наблюдается теплоты, а при отсутствии такого движения — наблюдается большая теплота, то следовательно, теплота состоит во внутреннем движении материи».

Итак, теплота есть движение мельчайших частичек, тех самых корпускул, о которых уже говорилось. Чем выше температура, тем быстрее движутся частички. Но не противоречат ли эти рассуждения обыденному опыту? Ведь в нагреваемых телах мы на глаз не замечаем никакого движения. Не можем мы его обнаружить и с помощью микроскопа. Возможность этого возражения учел Ломоносов. «Ведь нельзя отрицать,— писал он,— существование движения там, где его не видно: кто, в самом деле, будет отрицать, что когда через лес проносится сильный ветер, то листья и сучья деревьев колеблются, хотя бы при рассматривании издали глаз не видел движения. Точно так же, как здесь вследствие расстояний, так и в теплых телах вследствие малости частичек движущейся материи колебание ускользает от взора».

Далее Ломоносов разбирает вопрос о том, с какого рода движением следует связывать теплоту, и логично, с точки зрения науки своего времени, показывает, что теплота связана с вращательным движением частиц. В наше время мы знаем, что тепловое движение частиц может быть как вращательным, так и поступательным или колебательным.

Рядом рассуждений, основывающихся на опытах, Ломоносов показывает, что «нельзя приписывать теплоту тел сгущению

какой-то тонкой, специально для того предназначенной материи».

Нам сейчас трудно оценить революционность объяснения Ломоносова. Почти полтора столетия спустя великий основоположник диалектического естествознания Ф. Энгельс писал: «Открытие, что теплота представляет собою некоторое молекулярное движение, составило эпоху в науке».

Заметим, что чрезвычайно живучим было представление о «невесомой материи теплоты», или «теплотворе», как ее называли. Так, например, знаменитый французский химик А. Лавуазье, составляя в самом конце XVIII века список химических элементов (простейших веществ), поместил в самом начале его две невесомые материи — свет и теплоту.

Вплоть до середины XIX века просуществовала в науке «невесомая тепловая материя».

Только во второй половине прошлого столетия, под давлением все большего количества фактов, говорящих против существования теплотвора, ученые пришли к взглядам, четко сформулированным великим Ломоносовым на сто лет раньше!

В своей диссертации Ломоносов делает два замечательных частных заключения. В § 26 он пишет: «Нельзя назвать какую-нибудь определенную скорость движения, чтобы мысленно нельзя было представить себе большую». Следовательно, температура тела может быть очень большой. И действительно, мы знаем сейчас, что внутри звезд температура достигает миллионов градусов.

«Наоборот, — добавляет Ломоносов, — то же самое движение может настолько уменьшиться, что наконец тело достигнет совершенного покоя — и никакое дальнейшее уменьшение движения невозможно. Следовательно, по необходимости должна существовать наибольшая и по-

следняя степень холода...». Это заключение совпадает с современными представлениями, согласно которым при абсолютном нуле, лежащем на 273,2 градуса ниже обычного нуля, должно прекратиться беспорядочное тепловое движение молекул.

«Чрезвычайно интересен предыдущий, 25-й параграф диссертации. Он начинается утверждением: «Тело А при действии на тело В не может придать последнему большую скорость движения, чем какую имеет само»; из этого Ломоносов делает вывод, что «холодное тело В, погруженное в тело А, не может воспринять большую степень теплоты, чем какую имеет А». В этих положениях — зародыш одного из важнейших законов современного естествознания.

Через несколько лет после написания «Размышления о причине теплоты и холода», изгоняющего из науки «теплотворную материя», Ломоносов столь же решительно расправляется еще с одной «невесомой материей», а именно с «материей упругости».

Развивая мысли, заложенные в его первых сочинениях, он представляет в 1748 году в Академию наук диссертацию, озаглавленную «Попытка теории упругой силы воздуха».

«Мы считаем, — пишет в этой замечательной работе Ломоносов, — излишним призывать на помощь для отыскания причины упругости воздуха ту своеобразную блуждающую жидкость, которую очень многие — по обычаю века, избилующего тонкими материями — применяют обыкновенно для объяснения природных явлений. Мы довольствуемся тонкостью и подвижностью самого воздуха и ищем причину упругости в самой материи его».

Но чем же тогда вызывается упругая сила воздуха?

Ломоносов уверен, что «она происходит от какого-то непосредственного взаимодействия

атомов» воздуха.

«Очевидно, — пишет он, — что отдельные атомы воздуха, взаимно приблизившись, сталкиваются с ближайшими... вторые атомы друг о друга отпрыгнули, ударились в более близкие к ним и снова отскочили; таким образом, непрерывно отталкиваемые друг от друга частыми взаимными толчками, они стремятся рассеяться во все стороны». Вот эти-то бесчисленные удары атомов газа, складываясь вместе, и создают ту силу, которую мы ощущаем, когда пытаемся сжать газ. Рядом убедительных рассуждений показывает Ломоносов, что упругость газов можно объяснить движением частиц газа, не прибегая ни к каким «невесомым материям».

«Теорию упругой силы воздуха» Ломоносов снабдил очень интересным дополнением.

Согласно его взглядам, частицы, из которых состоят газы, представляют собою несжимаемые тельца небольшого, но определенного объема. При уменьшении объема, занимаемого газом, уменьшаются лишь промежутки между отдельными частицами. Именно поэтому газ сравнительно легко сжимается. Однако если очень сильно уменьшить объем, занимаемый газом, то, как указал Ломоносов, свободное от частиц газа пространство будет составлять лишь небольшую долю всего объема. Большая часть объема газа будет приходиться на долю самих несжимаемых частиц. При этих условиях газ будет оказывать уже большее сопротивление дальнейшему сжатию, чем газ несжатый.

Это обстоятельство, отмеченное впервые Ломоносовым, было вторично «открыто» французским ученым А. Дюпре 115 лет спустя.

Следует заметить, что с работами Ломоносова, посвященными природе теплоты и кинетической теории газов, тесно связано его исследование есте-

ственной вентиляции рудников.

В своем сочинении «О вольном движении воздуха, в рудниках примеченном» Ломоносов, учитывая изменения удельного веса воздуха с температурой, объясняет обмен воздуха в шахтах.

Изложение Ломоносова столь совершенно, что он сейчас с полным правом считается основателем гидравлической теории движения пламени и легких газов. Диссертации, в которых излагались механическая теория теплоты и новое объяснение упругости газов, были опубликованы в журнале Петербургской Академии наук на латинском языке. Журнал рассылался всем иностранным академиям, университетам и ученым обществам. Работы Ломоносова получили широкую известность в Европе.

Особенно оживленные отклики вызвали «Размышления о причине теплоты и холода». Подавляющее большинство европейских ученых не поняло Ломоносова. Слишком революционными были излагаемые им взгляды. Во многих журналах работы Ломоносова подверглись пристрастной и невежественной критике, сильно раздражившей его. Чашу терпения переполнил случай с неким совершенно заслуженно забытым историей И. Х. Арнольдом. Сей предприимчивый магистр решил для получения доцентуры в Эрлангенском университете (Германия) публично «опровергнуть» теорию Ломоносова. Написанный в развязном тоне отчет о выступлении Арнольда был помещен в немецкой газете, называвшейся как будто в насмешку «Беспристрастным гамбургским корреспондентом».

Возмущенный недобросовестной критикой, искажающей его теорию, Ломоносов решил ответить магистру Арнольду и иже с ним так, как они этого заслуживали.

Посылая опровержение критики Эйлеру, он писал: «Из-

датель журнала... не столько из любви к науке, сколько из недоброжелательства напал на мои неусыпные труды и, не поняв их, жестоко отдал. Посылаю на ваше пронизательное рассмотрение самое очевидное доказательство его злобы и тупости».

В своем ответе недобросовестным критикам Ломоносов со свойственной ему прямоотой высказал им ряд горьких истин.

«Кто берется сообщать публике содержание новых сочинений,— писал он,— должен наперед взвесить свои силы, ибо он предпринимает труд тяжелый и весьма сложный... Чтобы быть в состоянии произвести приговор искренний и справедливый, надобно освободить свой ум от всякого предрассудка и предубеждения. Журналист не должен торопиться порицать гипотезы... Наконец, он никогда не должен иметь слишком высокого мнения о своем превосходстве, о своем авторитете и о достоинстве своих суждений». А главное — должен понять мысли автора, разобрав все его доказательства.

Эйлер ответил Ломоносову дружеским письмом. «Недоброе знание и слог немецких газетчиков,— писал он,— мне очень хорошо известны и несколько не трогают меня: я смеюсь, видя, как они терзают и стараются уронить прекраснейшие сочинения... я всегда буду мнения, что надобно презирать подобные статьи... Всякий знает, что появившиеся до сих пор трактаты о причинах теплоты еще не разъяснили вполне этого предмета... Вас нельзя не поблагодарить за то, что вы рассеяли мрак, покрывавший доселе этот вопрос... Я передал ваш мемуар профессору Формею, который мне обещал поместить ваше возражение во французском журнале».

В одном из писем в Петербург Эйлер дал лестный отзыв о работах Ломоносова. «Совсем Другое дело,— писал он,— сочинение Ломоносова о причине

теплоты: все, что другими было говорено о том,— нелепо или неосновательно и потому весьма далеко от достоверного объяснения; возражения же противников доказывают, с одной стороны, что они его мысли не поняли, а с другой,— обличают их грубое невежество...».

Формей, как и обещал, напечатал возражения Ломоносова. Посылая Ломоносову отпечаток его статьи, Формей от себя добавляет: «Посылаю вам при сем листки из моего журнала, где она диссертация напечатана. Сие было должность (долг.— Б. К.), чтобы защитить только праведное ваше дело от таких неправедных поносителей».

Из современников Ломоносова понял значение его работ по физике только гениальный математик Л. Эйлер. В официальном отзыве, данном в Академию наук, он характеризует их следующими словами: «Все сии диссертации не токмо хороши, но и весьма превосходны, ибо он пишет о (вопросах) материях физических и химических весьма нужных, которые поныне не знали и истолковать не могли самые остроумные люди... При сем случае господину Ломоносову должен отдать справедливость, что имеет превосходное дарование для изъяснения физических и химических явлений. Желать должно, чтобы и другие академии в состоянии были произвести такие открытия, какие показал г-н Ломоносов».

Мы подробно остановились на тех откликах, которые вызвали физические исследования М. В. Ломоносова за рубежом, для того, чтобы опровергнуть распространенное, но, как нам представляется, неправильное мнение о том, что работы Ломоносова были неизвестны за границей и потому не оказали влияния на развитие европейской науки.

Работы Ломоносова не были продолжены другими учеными за

рубежом не потому, что они были неизвестны, но потому, что они опережали науку своего времени более чем на сто лет.

Время — лучший судья всех научных теорий. Правильность замечательных мыслей, высказанных впервые гениальным русским ученым Михаилом Васильевичем Ломоносовым, подтвердило все развитие физики на протяжении двухсот лет, прошедших с его времени.

### **ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ВЕЩЕСТВА И ДВИЖЕНИЯ**

В годы, последовавшие за постройкой химической лаборатории, обширный круг занятий Ломоносова еще более расширился. Кажется, что исполнение заветного желания — постройка лаборатории — увеличило его и без того неисчерпаемую энергию. К физическим исследованиям добавились обширные работы по химии и химической технологии. В эти же годы Ломоносов впервые выступил как драматург и художник.

Как показало время, из разнообразных работ этого периода наибольшее значение имели его физико-химические исследования, которым и будет посвящена эта глава. Добившись постройки и оборудования столь необходимой ему химической лаборатории, Ломоносов проводит в ней все время, которым располагает. В относящихся к этому периоду протоколах заседаний Академии наук обычно делается запись: «Советник Ломоносов просит извинить его отсутствие по причине важных химических дел».

Составляя в конце жизни перечень своим «сочинениям и другим трудам», Ломоносов пишет, что только опытов по приготовлению стекол в эти годы «сделал он больше четырех тысяч» и при этом «не только рецепты сочинял, но и материалы своими руками по большей части развешивал и в печь ставил».

Огромная работоспособ-

ность и личное участие в проведении опытов характеризуют стиль лабораторной работы Ломоносова. Характерно также, что работу во вновь построенной лаборатории Ломоносов начинает с решения практически важного вопроса — с разработки нового технологического процесса.

Ломоносов принадлежал к тем ученым, в творчестве которых теоретические исследования гармонически сочетаются с решением практически важных задач. В то же время все свои практические исследования Ломоносов старался использовать для развития теоретической науки. «При всех сих практических опытах, — писал он, — записываю и те обстоятельства, которые надлежат до химической теории».

Еще за несколько лет до создания лаборатории Ломоносов познакомился с образцами итальянской мозаики и так пленился их красотой, что решил организовать производство мозаичных картин в России. Решением этой задачи и занялся он во вновь отстроенной лаборатории. При этом, как и всегда, выбранное Ломоносовым решение было оригинально. Он решает заменить цветные камни, из которых складывались итальянские картины, специально приготовленными цветными стеклами.

При разработке способов производства подобных стекол физико-химические проблемы переплетались с чисто художественными задачами — получения необходимых для живописи оттенков. Такая сложная задача была по душе Ломоносову. Хотелось ему также доказать, что «химические эксперименты к приращению художеств весьма нужны и полезны».

Поэтому он со всей душой берется за дело и скоро достигает такого совершенства в приготовлении и шлифовке цветных стекол, что уже в 1752 году собственноручно изготавливает боль-

шую мозаичную картину. Успех окрылил Ломоносова. Чувствуя, что помещение лаборатории не пригодно для массового производства цветных стекол, он начинает настойчиво хлопотать об организации специальной фабрики, на которой могли бы изготавливаться стеклянные украшения и изделия из цветного стекла: бисер, стеклярус и т. п. Благодаря исключительной энергии Ломоносов получает для организации фабрики поместье в Усть-Рудицах, в 64 верстах от Петербурга.

Лично сам конструируя необходимые машины и наблюдая за их выполнением, Ломоносов вскоре пускает фабрику в ход. Фабрика много способствовала производству мозаичных картин. В 1756 году Ломоносов преподнес Сенату в благодарность за учреждение фабрики собственноручно изготовленный мозаичный портрет Петра I.

Однако гениальный ученый оказался плохим коммерсантом. Финансовое положение фабрики доставляло организатору ее очень много хлопот. В 1761 году Ломоносов получил правительственный заказ на украшение мозаичными картинами предполагаемого мавзолея — памятника Петру I. На полученные деньги он построил вблизи от своего дома специальную мастерскую и сам лично, вместе с учениками и помощниками, принялся за изготовление картин.

Мозаичные картины производились следующим образом: первоначально изготавливались разноцветные, отшлифованные с одного конца стеклянные палочки. Из этих палочек складывалась на медном подносе-основании картина. Картина складывалась по заранее нарисованному образцу. Цветные стекла прикреплялись к медному подносу специальным цементом, и собранная таким образом картина шлифовалась.

В мастерской Ломоносова

была изготовлена картина, изображающая Полтавскую битву, в которой русские войска разбили войска шведского короля Карла XII. «Полтавская баталия» сохранилась до наших дней (она находится в старом здании Академии наук в Ленинграде). Она поражает нас и сейчас яркостью своих красок. Оригинал картины был написан лично Ломоносовым, использовавшим для этого лучшие произведения живописи и сохранившиеся исторические сведения о Полтавской битве. Любуясь «Полтавской баталией», мы поражаемся величию художественного таланта ее автора.

Вызывают удивление размеры картины, имевшей 8 1/2 метров (12 аршин) в ширину и почти 8 метров (11 аршин) в высоту. Мозаика была уложена на медном подносе, который вместе с креплением весил больше двух тонн.

Картина была окончена во второй половине 1764 года, уже незадолго до смерти Ломоносова. После его смерти фабрика цветного стекла в Усть-Рудицах и мастерская в Петербурге были вскоре закрыты. Всего из мастерской Ломоносова вышло 40 картин, из которых 17 не найдены.

Производя опыты по приготовлению цветных стекол и фарфора, Ломоносов не оставлял и чисто химических исследований. Именно в эти годы Ломоносов опытами подтверждает установленный им ранее основной закон природы и создает совершенно новую науку — физическую химию.

Переходя к описанию этой стороны деятельности Ломоносова, необходимо сказать несколько слов о состоянии химии в то время. Химии как науки во времена Ломоносова не существовало. Этим именем называли искусство разлагать сложные тела на более простые и, обратно, — из простых тел создавать

сложные. При этом при различных химических операциях не учитывался вес исходных веществ и получающихся продуктов. Поэтому не удивительно, что в зависимости от «искусства» химика при разложении какого-либо вещества получались разные продукты. Много способствовало получению противоречивых результатов также отсутствие представления о чистом химическом веществе. Распространенными в то время названиями химических веществ обозначали обычно более или менее произвольные смеси различных продуктов. Поэтому одни и те же опыты в руках разных химиков приводили подчас к разным результатам. Самые фантастические объяснения продолжали применяться для истолкования наблюдаемых химических превращений. Ломоносову принадлежит честь превращения химии из «искусства» в точную науку.

«Правда, многие отрицают возможность положить в основание химии начала механики и сделать ее точной наукой», — писал он в своем первом химическом сочинении «Элементы математической химии». «Но, — добавлял он далее, — это люди, заблудившиеся в потемках скрытых свойств». Химия же — «наука изменений, происходящих в смешанном теле, поскольку оно смешанное». И так же «как в науке принято доказывать утверждаемое, то и в химии все высказываемое должно быть доказано», — читаем мы в том же сочинении. Эти определения совпадают с нашими современными воззрениями.

Для Ломоносова характерна связь его химических представлений с развитой им атомной теорией. Он глубоко был уверен, что для понимания химических превращений необходимо изучение свойств мельчайших частиц, из которых построены все тела.

Пользуясь атомной теорией, он устанавливает важнейшее для

химии понятие — понятие о простом химическом веществе или химическом элементе. Как мы уже говорили, согласно его представлениям, все тела состоят из мельчайших частиц («элементов»). Соединяясь вместе, эти мельчайшие частицы образуют более крупные частицы — корпускулы, или, как бы мы теперь сказали, молекулы. «Корпускулы однородны, если состоят из одинакового числа одних и тех же частиц (элементов), соединенных одинаковым образом».

Тело, состоящее из однородных корпускул, Ломоносов назвал «началом». Неразлагаемое дальше «начало» Ломоносова совпадает с химическим «элементом» современной нам химии.

Согласно Ломоносову, «смешанное тело (или химическое соединение, сказали бы мы теперь) есть то, которое состоит из двух или нескольких различных начал, так соединенных между собою, что каждая отдельная его корпускула имеет такое же отношение частей начал, из которых тело состоит, какое имеет и все смешанное тело».

Несомненно, что если бы Ломоносов опубликовал свои такие четкие определения основных химических понятий, то они оказали бы большое влияние на развитие химии и не пришлось бы через сто лет их устанавливать вновь.

Ломоносов ясно представлял себе, что для того, чтобы быть уверенным в результатах химических опытов, необходимо работать с чистыми химическими веществами. Составляя план химических исследований в лаборатории, он пишет: «1) Нужные и в химических трудах употребительные натуральные материи сперва со всяким старанием вычистить, чтобы в них никакого постороннего примесу не было, от которого в других действиях обман быть может. 2) Вычищенные материи разделять, сколько

можно, на те, из которых они натурально сложены. 3) Для лучшего доказательства, что разделенные материи из оных простых состоят, намерен оные снова соединять, сколько возможно». Уже выполнение одной этой программы приблизило бы значительно искусство химии к точной науке. Но Ломоносов с такой же ясностью определяет и то последнее и важнейшее требование, которое должно выполняться при химических опытах для того, чтобы данный химический опыт в руках любого химика приводил к одним и тем же результатам.

«Желающему делать физико-химические опыты,— пишет он,— необходимо пользоваться... весом и мерою». Поэтому в частично приведенном выше плане химических исследований мы дальше читаем: «При всех помнятых опытах буду я примечать и записывать не токмо самые действия, вес или меру употребляемых к тому материй и сосудов, но и все окрестности, которые надобно быть показаться».

Все эти мысли возникли у Ломоносова из сознания тесного родства химии с физикой (а через последнюю и с математикой). Эту связь Ломоносов лучше всего выразил в своем знаменитом «Слове о пользе химии, говоренном 6 сентября 1751 года».

«Бесполезны тому очи,— говорил он,— кто желает видеть внутренность вещи, лишаясь рук к отверстию оной. Бесполезны тому руки, кто к рассмотрению открытых вещей очей не имеет. Химия руками, математика очами физическими по справедливости назваться может. Но как обе в исследовании внутренних свойств телесных одна от другой необходимо помощи требуют, так напротив того умы человеческие нередко в разные пути отвлекают. Химик, видя при всяком опыте разные и часто нечаянные явления и произведения, и приманиваясь тем к снисканию скорой пользы, математику как

бы только в некоторых тщетных размышлениях о точках и линиях упражняющемуся смеётся. Математик напротив того уверен о своих положениях ясными доказательствами и через неоспоримые и непрерывные следствия выводя неизвестные количества свойства, химика как бы одною только практикою отягощенного и между многими беспорядочными опытами заблуждающего презирает; и приобывнув к чистой бумаге и к светлым геометрическим инструментам, химическим дымом и пеплом гнушается. И для того по сие время сии две общею пользою так соединенные сестры толь разномысленных сынов по большей части рождали. Сие есть причиною, что совершенное учение химии с глубоким познанием математики еще соединено не бывало...».

Развивая далее идею родства физики и химии, Ломоносов создает в 1752 году упомянутую выше новую науку — физическую химию.

Задачи физической химии были определены им совершенно точно: «Физическая химия есть наука, объясняющая на основании положений и опытов физики то, что происходит в смешанных телах при химических операциях. Она может быть названа также химической философией».

Написанный им «Курс истинной физической химии» поражает глубиной высказанных мыслей. Созданием физической химии Ломоносов опередил свое время более чем на сто лет. Только в 1865 году русский профессор Н. Н. Бекетов в Харьковском университете впервые в мире ввел чтение курса физической химии.

В 1752—1754 годах Ломоносов прочитал студентам Академического университета лекции по физической химии. Совершенно так же, как это делается теперь, лекции сопровождались практическими работами, выполняемыми студентами, ибо

«химик требуется не такой, который только из одного чтения книг понял сию науку; но который собственным искусством в ней прилежно упражнялся».

Для выполнения практических работ по физической химии Ломоносов сконструировал ряд оригинальных приборов. К сожалению, сохранилось описание только немногих из них. Советским ученым удалось обнаружить рисунки точила «для исследования твердости камней разных и стекол» и прибора «для исследования вязкости жидких материй по числу капель». Последний прибор является прототипом вискозиметров, употребляемых в настоящее время. Как явствует из рисунка, прибор Ломоносова представлял собой воронку, в которую вставлялся стеклянный стержень, оканчивающийся шариком. Жидкость протекала в зазоре между стенками воронки и шариком. Перемещая стержень, можно было изменять ширину зазора. Определяя число капель, упавших из воронки за определенный промежуток времени, можно было судить о вязкости жидкости.

Прибор же, предназначенный для определения твердости тел, применяется и в наше время почти без всяких изменений.

Справедливость требует указать также, что Ломоносов первым применил для ускорения фильтрации выкачивание воздуха из сосуда, в который поступает профильтрованная жидкость.

Смело вводя новые физические методы исследования, Ломоносов с успехом использовал в своих физико-химических исследованиях микроскопические наблюдения. Так, например, он наблюдал при помощи микроскопа, как происходит растворение железной проволоки в азотной кислоте.

В практикуме по физической химии Ломоносов предполагал «к химическим опытам присово-



куплять... оптические, магнитные и электрические опыты, так как,— пояснял он,— я не только в разных авторах усмотрел, но и собственным искусством удостоверился, что химические эксперименты, будучи соединены с физическими, особливые действия показывают».

Ломоносов составил широкий план физико-химических исследований. Этот замечательный документ содержит следующий перечень намеченных им опытов:

«I. Удельный вес твердых и жидких тел при разных градусах теплоты.

II. Сцепление твердых и жидких тел: жидких по числу капель, твердых пробою на излом, на сдавливание, стиранием на камне.

III. Фигуры кристаллов солей, металлов и разных смешанных тел.

IV. Микроскопические наблюдения: 1) движений, 2) частичек.

V. Дигерирование в Папиновой машине: 1) растворов, 2) летучих тел.

VI. Степень теплоты — определение: 1) термометрами, 2) пирометрами.

VII. Растирание: 1) в воде, 2) в спирте, 3) в масле.

VIII. Скорости: 1) ожигения, 2) кипения, 3) застывания, 4) кристаллизации, 5) растворения, 6) извлечения, 7) амальгамации, 8) возгонки, 9) перегонки, 10) горения.

IX. Передача теплоты: 1) между однородными, 2) между разнородными телами.

X. Опыты в пустоте.

XI. Вес, отношение и изменение веса — и растворов и смешанных тел».

Какая глубокая, какая всеобъемлющая программа исследований! Несомненно, мы с полным правом можем считать М. В. Ломоносова родоначальником физической химии.

В 1753 году Ломоносов приступил к опытам, имевшим

огромное значение не только для химии, но и для всего естествознания в целом. Для того чтобы лучше понять значение этих опытов, остановимся вновь кратко на некоторых вопросах химии времен Ломоносова.

В то время внимание химиков многих стран привлекали процессы, происходящие при горении или прокаливании различных тел. Различия в поведении тел при этих процессах позволяли разделить все тела на три класса. Тела первого класса на огне сгорали, оставляя большее или меньшее количество негорючей золы (так вели себя, например, дерево или каменный уголь). Тела второго класса не горели, но при прокаливании изменяли свой вид: так, например, твердые и блестящие металлы превращались при обжиге в хрупкие и землистые окалины. Наконец, тела третьего класса, например, камни, вовсе не изменялись при прокаливании.

Эти различия в поведении тел при обжиге удалось в XVIII веке объяснить с точки зрения единой теории. В самом деле, не естественно ли было предположить, что все тела состоят из собственно вещества данного тела и некоторой общей всем телам «материи горючести», удаляющейся при обжиге. Если тело способно гореть или вообще изменяться при обжиге, то в нем есть материя горючести, если же оно при этом остается неизменным, то материи горючести нет. Материи горючести дали имя «флогистон».

Весь XVIII век в химии можно назвать «веком флогистона». При помощи гипотезы о флогистоне удалось впервые объединить большое количество разрозненных фактов, составлявших содержание химии того времени. Считалось, что при прокаливании металла из него удалялся флогистон и оставался землистый остаток — окалина. Соединение окалины с флогистоном

снова давало блестящий металл. Вполне естественно было заинтересоваться вопросом о том, сколько же флогистона в том или другом металле. Это можно было определить из опыта, надо было только взвесить металл, затем прокалить его и взвесить окалину. Разница в весе и дала бы вес флогистона. Подобный опыт еще до появления гипотезы о флогистоне произвел английский физик Р. Бойль.

Бойль поместил в стеклянную реторту отвешенный кусок свинца, тщательно заправил горлышко реторты и затем прокалил ее на огне. После двухчасового прокалывания свинец частично перешел в окалину. Вскрыв реторту и взвесив оставшийся свинец и окалину, Бойль записал: «По нашему наблюдению, при этой операции была прибыль в весе на 6 гранов». Этот неожиданный результат трудно было объяснить с помощью теории флогистона: ведь при прокаливании металла флогистон удалялся из тела, однако окалина при этом оказывалась тяжелее исходного металла. Приходилось допускать, что флогистон, присоединяясь к телу, делал его более легким. Сам Бойль предложил другое объяснение своим опытам: «материя огня», по его мнению, проникла через стеклянные стенки реторты и, соединившись с металлом, образовала окалину, более тяжелую, чем металл.

Принципиально противнику различных «тонких материй» Ломоносову объяснение, данное Бойлем, внушило сомнение. Доказав, что теплота является внутренним движением вещества, не мог примириться Ломоносов с таинственной «материей огня».

Внимательно прочитав сочинения Бойля, Ломоносов скоро нашел его ошибку. «После двух часов нагревания,— описывал свои опыты Бойль,— был открыт запаянный кончик реторты, причем в нее ворвался с шумом наружный воздух». Ломоносов со-

вершено правильно заключил, что этот ворвавшийся воздух и был причиной неожиданного результата опытов Бойля.

«Опыты Бойля над увеличением веса при действии огня,— докладывал он еще в 1745 году в Академии наук,— показывают лишь, что либо части пламени, сжигающего тело, либо части воздуха, во время обжигания проходящего над прокаливаемым телом, обладают весом». Позднее он уже уверенно утверждал, что «нет никакого сомнения, что частички воздуха, непрерывно текущего над обжигаемым телом, соединяются с ним и увеличивают его вес».

Ломоносова побуждала проверить опыты Бойля и другая, еще более важная причина. Еще в 1748 году он установил важнейший закон природы. В письме к Эйлеру 5 июля 1748 года Ломоносов писал: «Все перемены, в натуре случающиеся, такого суть состояния, что сколько чего у одного тела отнимется, столько присовокупится к другому. Так, ежели где убудет несколько материи, то умножится в другом месте; сколько часов положит кто на бдение, столько же сну отнимет. Сей всеобщий естественный закон простирается и в самые правила движения: ибо тело, движущее своею силою другое, столько же оной у себя теряет, сколько сообщает другому, которое от него движение получает».

Этим законом Ломоносов уже пользовался. В 1744 году, желая объяснить охлаждение воды при растворении в ней солей, он писал: «Когда какое-либо тело ускоряет движение другого, то сообщает ему часть своего движения; но делает это, лишь само теряя точно такую же часть. Поэтому частички воды, ускоряя вращательное движение частичек соли (при растворении.— Б. К.), теряют часть своего вращательного движения. А так как последнее — причина теплоты, то нисколько не удивительно, что

вода охлаждается при растворении соли».

Замечательно, что Ломоносов использовал установленный им закон не только для объяснения наблюдаемых явлений, но и как аргумент для опровержения неверных, по его мнению, заключений. Так, например, желая доказать невозможность действия на расстоянии, он первоначально допускает возможность подобного действия, а затем, остроумно воспользовавшись установленным им «всеобщим законом», доказывает нелепость подобного допущения, несовместимость его с «законом сохранения», а следовательно, и невозможность существования действия на расстоянии без какой-либо материальной среды, передающей это действие.

Однако «в науке мало взирают на родившиеся в одной голове вымыслы», и если приведенное выше наблюдение над растворением солей согласовывалось с одной половиной закон — постоянством движения, то опыты Бойля как будто опровергали другую его половину — постоянство материи.

Ломоносов был уверен в том, что никакой «материи огня» нет. Надо было проверить опыты Бойля.

Создание лаборатории предоставило Ломоносову возможность доказать на опыте свою правоту. И вот в 1756 году Ломоносов докладывает на конференции Академии: «Делал опыты в заплавленных накрепко стеклянных сосудах, чтобы исследовать, прибывает ли вес металлов от чистого жару. Оными опытами нашлось, что славного Роберта Бойля мнение ложно, ибо без пропущения внешнего воздуха вес сожженного металла остается в одной мере». Увеличение же веса окалины объяснялось присоединением к металлу воздуха, находящегося в реторте. Так был подтвержден открытый Ломоносовым основной закон природы!

Закон Ломоносова составляет эпоху в развитии науки, и потому, хотя бы кратко, остановимся на его значении.

Неуничтожаемость материи или движения, взятых в отдельности, формулировалась как догадка и до Ломоносова. Заслуга Ломоносова заключается в том, что, обладая свойственным гениям даром предвидения, он объединил в одном общем законе «все перемены, в натуре случающиеся».

«Материя», о сохранении которой говорит в своем законе Ломоносов, близка к ленинскому философскому определению материи, согласно которому «материя есть философская категория для обозначения объективной реальности, которая дана человеку в ощущениях его, которая копируется, фотографируется, отображается нашими ощущениями, существуя независимо от них».

Опыты, доказывающие постоянство массы при обжигании металлов, демонстрировали лишь одну конкретную форму выражения открытого Ломоносовым универсального закона природы, закона сохранения материи и движения.

Только сейчас, через двести лет после Ломоносова, мы можем понять и оценить значение этого великого обобщения. На протяжении последних ста лет оно служило основанием для развития естествознания, обеспечившего тот сказочный технический прогресс, свидетелями которого мы являемся.

Через 17 лет после Ломоносова такие же по идее опыты, но более детально проделал французский химик А. Лавуазье. Полученные им результаты полностью совпадали с результатами опытов Ломоносова. В 1789 году Лавуазье опубликовал свой известный «Начальный учебник химии», в котором в главе «О винокурении» привел закон Ломоносова в частной форме, применительно к

сохранению массы при химических превращениях.

Знал ли Лавуазье об упомянутых выше работах Ломоносова или не знал,— сейчас с полной достоверностью решить нельзя. Вероятно, они ему были известны, ведь, помимо письма к Эйлеру, Ломоносов в 1760 году сообщил в Академию об открытии им закона и опубликовал его в «Рассуждении о твердости и жидкости тел». Можно быть уверенным в том, что Лавуазье читал ломоносовские «Размышления о причине теплоты и холода», в которых ясно указывалась ошибка в опытах Бойля. В этом нас убеждает то обстоятельство, что в одной из своих работ Лавуазье упоминает прочитанную им статью академика Рихмана, помещенную в том же томе изданных на латинском языке «Новых Комментариев Санктпетербургской Академии», в котором были напечатаны четыре большие диссертации Ломоносова, в том числе и упомянутые «Размышления о причине теплоты и холода». Нельзя представить себе, чтобы Лавуазье, имея в руках этот том журнала, не прочитал работ Ломоносова.

Сам Лавуазье нигде не приписывает себе открытие этого закона.

...Просветительная деятельность Ломоносова в этот период проявилась в участии его в организации первого в России университета, истинным создателем которого он и является. Именно по его проекту был создан Московский университет — крупнейший рассадник знания в нашей стране.

Московский университет дал стране Герцена и Грибоедова, Столетова и Сеченова, знаменитого математика П. Л. Чебышева, С. А. Чаплыгина и многих других.

По проекту Ломоносова университет должен был состоять из трех факультетов: юридического, медицинского и философского (последний в то время объединял естественный и физико-математический факультеты).

При университете была организована гимназия.

Московский университет был учрежден января 1755 года. Профессором красноречия в университете и ректором университетской гимназии был назначен любимый ученик Ломоносова Николай Поповский.

При университете была создана типография. Одной из первых книг, отпечатанных в этой типографии, было собрание со-

чинений М. В. Ломоносова.

В заключение остановимся на общих чертах творчества Ломоносова, которые раскрывают перед нами его мировоззрение.

Для всего научного творчества Ломоносова характерна насыщенность глубокими философскими обобщениями, которые обычно намного опережали его время. Его научные труды заложили основу материалистического естествознания в нашей стране. Начиная с первых работ, последовательно, на протяжении всей жизни Ломоносов проводит мысль о том, что в науке опыт и теория неразрывно связаны друг с другом.

«Истинный химик,— писал он в одном из своих первых произведений,— должен быть также и философом».

Считая, что источником познания является опыт, Ломоносов тем не менее резко выступал против голого эмпиризма, против увлечения опытами в ущерб теоретическому объяснению наблюдаемого. «Для чего столь многие учинены опыты в физике и химии? Для чего столь великих мужей были труды и жизни опасные испытания?— спрашивал он.— Для того ли только, чтобы, собрав великое множество разных вещей и материй в беспорядочную кучу, глядеть и удивляться их множеству, не размышляя о их расположении и приведении в порядок?»

Нет, задачу науки Ломоносов видел в другом. Производя опыты, проникать в тайны природы, отвоевывать у нее ее секреты и далее с помощью теории отыскивать «причины видимых свойств в телах, на поверхности происходящих, от внутреннего их сложения» — вот в чем долг ученого, вот в чем цель науки.



Московский университет в XVIII веке.

## PERSONAL RECOLLECTIONS OF THE BALATON GROUP HISTORY

Niels I. Meyer

Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark

*Один из лидеров исследования по проблемам устойчивого развития чл.-корр. РАН, проф. Н.П. Тарасова любезно предоставила нашему журналу возможность публикации статьи датского специалиста Niels I. Meyer.*

*По согласованию с проф. Тарасовой Н.П. статья публикуется без перевода. Статья написана на добротном классическом английском, и мы полагаем, что отсутствие перевода не затруднит знакомство с ней менделеевцев с высоким уровнем языковой подготовки.*

*Сопровождаем статью N. Meyer публикацией из газеты «Менделеевец» об одном из организаторов группы «Балатон», авторе известных научных исследований «Пределы роста» и «За пределами роста» Доннеле Медоуз.*

First draft, September 30,  
2011

### INTRODUCTION

Dana and Dennis Meadows were the founding parents of the so-called Balaton Group in 1982. This initiative can be seen as a follow-up on their important book *The Limits to Growth*. The following text reflects my personal recollections from a friendship and a professional cooperation with Dana and Dennis Meadows since 1972 – the year when *The Limits to Growth* was published. As a supplement to my own recollections I have taken advantage of an unpublished paper by Dana Meadows on the early history of *The Limits to Growth*. In addition, Dennis Meadows has supported my recollections on several points.

In September 2011 the Balaton Group (BG) celebrated

its 30 year jubilee in connection with its annual meeting at Lake Balaton in Hungary. I have been a BG core member for nearly all these years which is the foundation for the following text. An extended version of the text may be found in [1]. I should make it clear, however, that my text is not based on detailed research of the archives of the BG. The complete and detailed story of the BG would include many other elements of the BG activities.

The history of the Balaton Group should be seen in the light of two earlier historic events: establishment of the Club of Rome (1968) and publication of the book *The Limits to Growth*. The first two sections in this text give a short description of these two events as a background for the history of the BG.

### THE CLUB OF ROME

In April, 1968 a group of thirty individuals from ten countries – scientists, educators, economists, humanists, industrialists, and national and international civil servants – gathered in the Accademia dei Lincei in Rome. They met at the instigation of Dr. Aurelio Peccei, an Italian industrial manager and economist to discuss what Peccei termed the present and future predicament of man. This first meeting was far from being a success but a “hard-core” consisting of half a dozen of the participants continued to meet. This group included the Scot Alexander King from OECD who was a strong supporter of Peccei’s ideas. Out of these meetings grew a new think-tank: “The Club of Rome”.

The Club initially had no legal form of membership but eventually they had to draw up some statutes and choose a president (Aurelio Peccei). But that was all. It was decided to limit the membership to 100 in order to avoid too much administration. By 1970 the Club had about 75 members.

Peccei and King had ambitious plans concerning a Club of Rome (CoR) report on the “World Problematique” with focus on environmental and resource problems.

One of the executive committee members of the CoR (the American Carroll Wilson) proposed to invite Professor Jay Forrester from MIT in Boston to an executive committee meeting of the CoR in Switzerland in June 1970. Forrester had a background in physics and technology and he was the inventor of the magnetic core memory for computers.

In the late fifties, Forrester had changed his field of research from natural sciences and technology to computer modeling of industrial dynamics and other societal developments in order to understand the dynamics and to design better policies. It was Wilson’s proposal that Forrester’s methodology could be useful for the CoR project.

Forrester presented some of his early models on industrial development for the executive committee of the CoR at the June meeting in Switzerland and he invited the group to MIT to determine firsthand if they agreed that the methodology would be suitable for their project. In the air plane on his way

back to the US from Switzerland Forrester made his first draft for a system dynamics world model which he termed "World 1".

The meeting with the executive committee convened at MIT on July 20 for 10 days of study, presentations, and discussion. As a result of the meeting, the methodology of system dynamics was accepted as the basis for the further work on the CoR project. Eventually this resulted in the book called "The Limits to Growth", published in the spring of 1972.

#### **THE LIMITS TO GROWTH**

Two young Ph.D.'s got the main roles in the CoR project: Dennis and Dana Meadows. Dennis's thesis was on price fluctuations in commodity markets and Dana had used nuclear magnetic resonance to study the structure of a complicated enzyme. After their graduation they took off for a year of adventure driving through Turkey, Iran, Afghanistan, Pakistan, India, and Sri Lanka. According to Dana, this journey changed their societal perspective completely.

Dana and Dennis returned to the US in June 1970 in time to participate in the MIT seminar where Forrester presented his preliminary world model to the executive committee of the CoR. At the conclusion of the seminar, the CoR had agreed to start its project on the Predicament of Mankind with a global model as proposed by Forrester. As a former student of Forrester Dennis was made the director of the CoR project after he had submitted a quick two page proposal to the executive committee.

The project group presented its first draft of their technical report to the executive

committee of the CoR in the spring of 1971 at a conference center near Ottawa, Canada. Their main results indicated that a continuation of the present path of the industrial countries focusing on economic growth would lead to serious crises and direct collapse of many ecological and social systems. It was at that meeting that The Limits to Growth was conceived.

The report was, however, not kindly received by most of the executive committee members and the project group concluded that it was necessary to write a clear and pedagogical paper with many convincing examples of exponential growth against limits. Dana was assigned to do the writing, while the others went on working on the computer model.

Dana's paper was circulated to the CoR members during the summer of 1971 and again a number of the CoR members were skeptical or directly opposed to the conclusions, but Peccei was very enthusiastic. He told Dana, that her text was the book he wanted, and that he wanted to publish this version immediately. Dennis found a publisher, Potomac Associates, which started an efficient public relation effort for the book based on the preliminary drafts. Six months later and after seven new drafts, the book was published with the title The Limits to Growth (LtG) in March 1972. More details on the history are given in [1].

LtG soon gave rise to a heated world-wide debate – mostly outside the US. Traditional economists strongly criticized the book for being a "doomsday prophecy" but the authors emphasized that LtG was not a prediction, but a warning that it is necessary to change the way we are exploiting global resources.

#### **THE BALATON GROUP**

A decade later Dana and Dennis Meadows took advantage of the extensive global interest in their book and its analyses to create a new network of "managers of resources" consisting of experts from fields like energy, water, biodiversity, forests etc. The original idea was to invite up to 50 leading scientists from established institutions and different regions of the World for mutual inspiration and promotion of mutual projects. This idea materialized in 1982 and continued with participants from China, India, Costa Rica, Africa, Japan, Soviet Union, New Zealand, Thailand, the US and a number of European countries, including Hungary.

Hungary came to play a special role for the new group due to the close relationship between Dennis Meadows and the eventual Hungarian Minister of Industry, Laszlo Kapolyi. The Minister offered to act as host of the group during an annual seminar in Hungary. The Ministry would pay all the expenses from the moment the participants were in Hungary, and the physical site for the seminar was the oil and gas workers' guest house in Csopac at Lake Balaton. That is the reason for the name of the Balaton Group (BG).

Participants from different regions of the world have been meeting since 1982 during one of the first weeks of September, spending a short week together at Lake Balaton. Initially, the number of participants was about 25 but it quickly increased to 40 to 50. The composition of the BG has changed over the years, but the basic idea and aim of the group has turned out to be sustainable and constructive.

The opening day of the meeting was relatively

formal during the early years, with participation of the Hungarian Minister of Industry and representatives from the Hungarian Oil and Gas Department. The participants had to listen politely to formal welcome speeches in the typical Soviet style, while two party commissioners were sitting in the background. They never said a word but seemed to follow everything very carefully. We never found out what their real mission was, but we were quite relaxed in this context, as we had nothing to hide. On the contrary, we were quite interested in spreading our ideas as much as possible.

The Soviet style finished abruptly in 1989 with the breakdown of the Berlin wall. After that time, capitalistic principles were adopted by our guest house, which developed into a real hotel with swimming pool and private ownership. This lasted until the private owner went bankrupt and had to sell the hotel after our meeting in 2002. The plan was to change the hotel into an old people's home. Although the core members of the BG had grown 20 years older than in 1982, we did not find it fully satisfactory to meet in an old people's home. The following meetings have therefore been moved to hotels on the other side of the lake and, for one year's meeting, to a country place away from the lake.

A formal membership system was never established, but an unofficial core group of 30 to 40 people became the backbone of the Balaton Group. These core members have typically participated in more than half of the meetings. The annual meeting would normally accommodate up to 30 members of the core group

and 15 to 20 invited guests with special interest in the subject of the meeting.

After some years, the strict principles of inviting only recognized people from academia were somewhat relaxed. One of the first grass-root participants was a young Hungarian woman with the complicated name Gyo`ngyver Gyene. She represented the Hungarian environmental movement and was quickly renamed as Ginger..

The interest in participating in the annual Balaton meeting eventually was growing so large that a rather formal selection process was introduced. The program and the lists of invitations were worked out at a mid-term meeting in December or January in the house of one of the core members (Joan Davis) in Zurich. These planning meetings have also functioned as lively social events with a dozen participants from the core group.

The visible results of the work in the Balaton Group are a large number of reports and books on subjects like indicators for sustainability, regional models, Low Energy Europe etc. In addition, the group has organized regional seminars in different parts of the world.

The BG has also published a quarterly journal called the "Balaton Bulletin" for a number of years. Two selected examples of international activities where I have been particularly involved are given in the following.

#### **Letters to Gro Harlem Brundtland**

The so-called Brundtland Report was published in the beginning of 1987. An international group of established economists, environmental experts, political science people

and politicians had evaluated the state of the world, and the report brought broad attention to the concept of sustainable development for the first time.

It was natural for the Balaton Group to make the Brundtland Report and its findings and proposals the main theme for the annual meeting in September 1987. One of the results of our discussions was a proposal by the meeting to write the Norwegian Prime Minister Gro Harlem Brundtland in order to attract her attention to the Balaton Group's extensive projects on phasing-out of nuclear power in Europe, based on efficiency measures and use of renewable energy sources.

A few days after the Balaton meeting (on September 11), I wrote a letter on behalf of the BG to the Norwegian Prime Minister. On my own account I added that the credibility and influence of the report could be enlarged if the Norwegian government went out in front and committed Norway to follow the concrete recommendations of the report.

A couple of weeks later I received a polite letter from the office of the Prime Minister, signed by her special advisor Morten Wetland. However, the letter did not point to any concrete examples of Norwegian commitments.

In a last attempt I wrote a follow-up letter to the Norwegian Prime Minister on October 2, 1987 referring to an upcoming meeting in the UN. The main points in my letters were as follows:

My concrete proposal is that the Norwegian Prime Minister goes to the meeting in the UN with a decision by the Norwegian Parliament that Norway will cut its energy consumption by one

half the present value within the next 30 years. This would be in agreement with one of the main conclusions of the Brundtland Report as a precondition for the creation of a sustainable future. This decision by the Norwegian Parliament (or if time constraints do not permit a decision, then at least a proposal from the Norwegian government to the parliament) would document that the Norwegian government is taking the Brundtland Report seriously.

Unfortunately, Gro Harlem Brundtland and her advisors did not consider such an action to be important enough to initiate a formal political decision in Norway.

#### ***Letter to Angela Merkel***

In 2007, the German Chancellor Angela Merkel gave a remarkable political speech on mitigation of global warming in Tokyo (30 August) followed up by a similar speech in New York (25 September). The main point in her speeches was that an international commitment on the necessary reduction in emission of greenhouse gases would require equal personal emission caps for all human beings on the globe by 2050 ("contraction and conversion"). She even referred to a quantitative cap between 1 and 2 tons of CO<sub>2</sub> per capita.

The news of the Tokyo speech came out just before the annual BG meeting in September 2007 and became a major subject at this meeting. We anticipated that the chancellor would be met by strong opposition from many industrial nations. As a consequence we decided to organize a support letter for her signed by a group of international scientists involved in this field.

On October 21 could

mail a support letter to Angela Merkel on behalf of 25 high level researchers from 14 different (mainly OECD) countries. The final section of our letter reads as follows:

Chancellor Merkel, we strongly appreciate your initiative and we urge the international community – governments, business sector, civil society and science community – to support it and engage in the urgent efforts to arrive at a sustainable and just climate protocol at the upcoming COP-meeting in Bali in December 2007 and at the 2009 meeting in Copenhagen.

Unfortunately, our anticipation of strong opposition from industrial countries turned out to be correct. This included Germany. After her negotiations with German industry the public did not hear more about the conclusions of her speech. And the meetings in Bali and Copenhagen did not result in the necessary international commitments for further emission reductions.

#### ***The Balaton Group after 2001***

Dana Meadows died in early 2001 from meningitis at the age of 59. This was a hard blow to the Balaton Group, where she had been an inspiring leader and main force for the practical arrangements of the group during the whole period from 1982 to 2001. I should add that Dennis also did an important part of the background work, especially in relation to the administrative part of the meetings, but more and more the responsibility for the Balaton Group had been concentrated in Dana's hands.

The Balaton Group survived the first years after Dana's death thanks to Dennis, who jumped in and took over the main

responsibility with the competent help of Betty Miller, who had taken care of most of the financial and legal reporting work from the beginning in 1982. Dennis also took on the main responsibility for the meetings in the following years, but he indicated that he would stop having the main responsibility after the meeting in 2005.

Luckily a group of younger core members including Alan AtKisson, Gillian Martin Mehers, Aromar Revi and others were ready to take over the responsibility for the future of the group. At the December 2005 Steering Committee meeting of the BG, Alan AtKisson was elected to become President of the BG when Dennis was stepping out of that position after 25 years in September 2006. In this way the Balaton Group was ready to continue its important work. However, my story ends here. My position as member of the Steering Committee had come to an end at that time and I hope that others will report on the last five years of the BG history.

#### **Reference**

1. Niels I. Meyer: "The Club of Rome, The Limits to Growth, The Balaton Group – Extract from the memoirs of Niels I. Meyer", Copenhagen, Denmark, June 2006.

Available from nim@byg.dtu.dk

## РАССТАВАНИЕ С ДОНЕЛЛОЙ МЕДОУЗ

*Дмитрий Кавтарадзе, участник группы «Балатон»*

Имя Медоуз давно на слуху, однако немногие смогли лично познакомиться с Донеллой (или как ее звали друзья – Дана) Медоуз, ведущим, основным автором книги «Пределы роста» (1972), «За пределами роста» (1992).

Ей было меньше тридцати лет, когда вместе с руководителем проекта в МТИ – Деннисом Медоузом, она впервые поло-

жила на бумагу безусловные факты о «конечности физической системы Земли» и результатах компьютерного моделирования. Ей было всего 59 лет, когда она скончалась в современном госпитале в Ганновере.

Дана получила прекрасное образование – сначала в Гарварде (биофизика), затем в Массачусетском технологическом институте в качестве специалиста по системной динамике и особо была отмечена создателем этого метода проф. Джеймсом Форрестером.

Первый отчет Римскому клубу «Пределы роста» был издан в 1972 году и позднее переведен на 38 языков. «Пределы роста» не были в списке книг, разрешенных к ввозу в СССР. Она написана прозрачным, понятным и компактным английским языком и объясняет, что будет, если

люди ничего не предпримут, и что важно изменить, чтобы не допустить кризиса.

У нее был дар проникновенного обращения к людям письменно и устно, на языке модели и лекцией, в дружеской беседе за ужином или в огороде, пропалывая цуккини и укроп, за рулем «Мазды», словом, всегда ты чувствовал, что эти слова имеют большую глубину, чем сейчас ты способен понять.

Поэтому часто возвращаешься к тому, что услышал и прочитал у Даны.

Эта женщина умела думать так, как единицы, или может быть, как никто. Она мыслила очень экономно, определенно, соединяла «крайние точки» в проблеме, брала весь спектр, все октавы. Она думала одновременно и о том, как рано пришла весна и расцвели нарциссы перед окном кухни, вспоминала, что пора перегонять овец на летнее пастбище; и о важности того, чтобы у людей было видение будущего, надежды были общими и позволяли двигаться к будущему каждый день, шаг за шагом.

Каждую пятницу в местной газете появлялась ее колонка «Глобальный житель», которой она с реакцией теннисистки комментировала события по всему миру и, конечно, экологическую поли-

тику США. Несколько лет назад вышел сборник ее статей «The Global Citizen», который конечно имеет интерес и срок жизни далеко выходящие за масштаб газетного материала. Он всегда аналитичен, саркастичен, доказателен и основан прежде всего на точке зрения человека, а не правительства. Дана было интересно все и всё.

После непревзойденного отчета Римскому клубу, увидев и поверив в торжество «человеческой меры» в решении проблем окружающей среды, ключевой роли образования, супруги Медоузы переехали в Ганновер и стали работать в Дартмутском колледже. Дана более четверти века преподавала «Энвайронментальную журналистику», последние годы «энвайронментальную этику» и писала учебник «Системная динамика в проблемах окружающей среды», участвовала в создании местных резерватов и воплощала собой цели и образ жизни «зеленого движения».

Донелла с интересом и надеждой смотрела на нашу страну, описала в своей книге «Собрать стократный урожай» (ЮНЕП, 1989) замечательный опыт создания школьных лесничеств в Пущино, встречалась со студентами МГУ, РХТУ, Казанского ГУ во время обменных практик по охране окружающей среды между СССР/РФ и США.

Продолжая делиться результатами, полученными на модели «Мир-3», Медоузы





создали неформальную группу международных экспертов «Балатон». Венгрия в 70-80 гг. была в культурном, политическом смысле посредником между Востоком и Западом. Ознакомив тогдашнего Председателя госкомитета по науке и технике Д.М. Гвишиани с результатами глобального моделирования, Медоузы стимулировали исследования в этой области.

ской, гражданской.

В конце концов руководство стран смогло воспринять значение модели «Ядерной зимы», определившей предел противостояния двух систем.

Группа «Балатон» проведет в сентябре 2001 г. свое двадцатое заседание, продолжая дело, в котором лидировала Донелла: объединить науку, граждан мира и власть

для смены целей – от роста к развитию и решения этической проблемы выживания человечества.

Встречи на Балатоне – важнейший процесс становления научных основ и политики в области окружающей среды, критической разработки теории и индикторов «самоподдерживающегося развития», а главное, практики людей, следующих этой идее.

Два года назад Донелла создала «Институт устойчивости», организовала в Вермонте экологическую деревню и собрала общину, объединенную мыслью и делом экологически дружественной цивилизации: экономии энергии, воды, других ресурсов, сельского хозяйствования без применения химических препаратов. Она всегда смотрела улыбаясь в глаза собеседнику своими голубыми глазами

и умела замечательно готовить, обожала оперную, симфоническую музыку и сама замечательно играла на фортепиано и классику и кантри-мьюзик.

Мудрость и открытость сочеталась с непрерывной работой, бессеребрянничеством и почти аскетичностью в быту, одежде и, увы, заботе о своем здоровье: запущенный синусит привел к инфекционному менингиту, который современная медицина не смогла укротить.

В эти дни миллионы читателей, сподвижников на всех континентах мира потрясены потерей. В память о ней те, кто ее знал, будут завершать начатые Даной проекты, готовить книгу по итогам прошедших 30 (тридцати!) лет работы модели Мир-3, продолжать развивать ее идеи, служить ценностям и делу сохранения Земли и людей.

Тем, кто не встречал Дану, остается открыть написанные ей книги и провести увлекательные часы сомысленного чтения с автором, называвшего себя «фермером и писателем».

Дана всегда писала о других и не любила, когда писали о ней. Даже сейчас неловко писать о ней, зная, что она не может возразить...

Спасибо, Дана.

«Менделеевец»  
№4(2090)/март 2001



Д.М. Гвишиани был создан Институт системного анализа (Москва), и по его же инициативе Международный Институт прикладного системного анализа в Вене (UASA), которые дали права гражданства системному анализу в нашей стране и позволили создать условия поддержки глобального моделирования не только как военно-политической задачи, но и общечеловече-

тут устойчивости», организовала в Вермонте экологическую деревню и собрала общину, объединенную мыслью и делом экологически дружественной цивилизации: экономии энергии, воды, других ресурсов, сельского хозяйствования без применения химических препаратов. Она всегда смотрела улыбаясь в глаза собеседнику своими голубыми глазами

## ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОХИМИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В РХТУ (МХТИ)

им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА НА КАФЕДРЕ ТЭП

В ПЕРИОД С 1950 ГОДА

профессор Томилов А.П.

*Профессор Томилов Андрей Петрович специально для «Исторического вестника» подготовил уникальный (на сегодня, действительно, единственный в своем роде) очерк об исследованиях в области электрохимии органических соединений, проводившихся в МХТИ (РХТУ).*

*Главу из автобиографической книги А.П. Томилова «Мой путь в науке» (М., 2009) с воспоминаниями об МХТИ им. Менделеева наш журнал с разрешения автора опубликовал в 2010г. Публикация имела множество заинтересованных откликов. И вот сейчас с помощью профессора В.Т. Новикова и доцента И.А. Авруцкой с кафедры ТЭП подготовлено это развернутое историческое исследование одного из наших знаменитых выпускников.*

*Посвящается памяти моего учителя, профессора Хомякова Василия Григорьевича и друга, профессора Фиошина Михаила Яковлевича*

### 1. Введение

Электрохимия органических соединений (ЭХОС), как самостоятельная наука, изучающая превращение органических веществ в электрохимических процессах, сформировалась в XX веке. В это время, начиная с 50-х годов, в Советском Союзе возникло несколько научных центров, занимающихся вопросами ЭХОС, которые внесли существенный вклад в развитие этой науки. Среди них видное место занимают работы, выпол-

ненные на кафедре ТЭП МХТИ им. Менделеева сотрудниками кафедры, аспирантами и студентами в период с 1950 года по настоящее время.

### 2. Краткая справка об истории становления работ по ЭХОС на кафедре технологии электрохимических производств

В 1944 г. кафедру ТЭП возглавил член-корреспондент АН СССР, профессор Николай Алексеевич Изгарышев, внесший большой вклад в теорию электрохимических процессов.

Во время Великой Отечественной войны Менделеевский институт находился в эвакуации в г. Коканде (Средняя Азия) и там, в сложных условиях кафедры ТЭП возглавлял доцент Василий Григорьевич Хомяков. В 1943 году институт вернулся в Москву. По инициативе Василия Григорьевича и с его участием в Институте душистых веществ в 1946 г. были проведены первые работы в области ЭХОС. Им в соавторстве с Войткевичем С.А. был разработан метод прямого электрохимического получения салицилового альдегида, основанный на восстановлении салициловой кислоты. Процесс был испытан и использовался для наработки продукта на небольшой пилотной установке, оборудованной электролизером, рассчитанным на нагрузку 1 кА. Это была первая удачная попытка использования электролиза в отечественной промышленности.

Возможность использования электролиза для получения органических веществ заин-

тересовала Изгарышева Н. А., и когда я, как студент, в 1948 г. пришел на кафедру ТЭП, там уже работало два аспиранта по проблеме электросинтеза. Петрова А. А. изучала электровосстановление нитрометана до метилгидроксиламина, а у Арямовой И. И. была тема по электровосстановлению ацетона с целью получения димерного продукта – тетраметилгликоля. Научным руководителем этих диссертационных работ был Изгарышев Н. А.

Моим наставником стал Василий Григорьевич Хомяков. Вскоре я понял, что Василий Григорьевич является прекрасным технологом с широким кругозором, имеет опыт по эксплуатации электролизеров. У него было чему научиться. К тому же он первоклассный педагог, настоящий Учитель с большой буквы. Вскоре я узнал, что работа по гидродимеризации ацетона ведется по договору с НИИ-42. По этому договору ведется работа Арямовой И. И., а у Василия Григорьевича работает по этой теме лаборантка Зыкова Л.И. Так как Арямова И.И. изучала электровосстановление ацетона в кислой среде, я стал проводить восстановление ацетона амальгамой натрия. К сожалению, на амальгаме не удалось получить обнадеживающих результатов. Арямова И. И. получила удовлетворительный выход тетраметилгликоля в кислой среде на свинцовом катоде, активированном медью, но этот катод сохранял свою активность не более одного часа. Метод не имел практического значения.

Мы решили испытать в щелочной среде ряд твердых катодных материалов. Тут нас

ждала удача. На цинковом катоде был получен удовлетворительный выход продукта. Началось интенсивное исследование этого процесса. После лабораторной проверки этот вариант предполагалось проверить на укрупненных электролизерах.

Приближался 1952 год, когда я заканчивал обучение в Менделеевском институте и стал писать дипломную работу, посвященную электровосстановлению ацетона.

В это время Петрова А. А. и Арямова И. И. успешно защитили свои кандидатские диссертации. Петрова А.А., проводя электролиз нитрометана в солянокислом растворе, получила метилгидроксиламин с вполне удовлетворительным выходом. Арямова И. И. отчиталась за проведенную работу по восстановлению ацетона в сернокислом растворе.

Им на смену в аспирантуру были приняты Фиошин М. Я. и Кругликов С. С., которым были утверждены темы по электро синтезу органических веществ. Фиошин М. Я. изучал восстановление нитробензойных кислот, а Кругликову С. С. была поставлена задача получения никотиновой кислоты окислением пиколина.

Так, с конца 1940-х годов начались систематические исследования в области ЭХОС, которые продолжали успешно развиваться до конца XX века.

Вернемся к 1950 г. Когда были получены первые обнадеживающие данные по получению тетраметилгликоля, Василий Григорьевич сказал мне, что этим продуктом также заинтересовался Ефремовский химический завод синтетического каучука, куда он съездил в командировку, и там договорился о создании опытного электролизера на 50 А. Вскоре этот электролизер был изготовлен, и на нем получили опытную партию продукта, а на следующий год в

НИИ-42 создали опытную установку, оборудованную двумя электролизерами на нагрузку 50 А каждый. В 1951 г. установка начала работать, и тут не обошлось без неприятностей. На установке произошел пожар вследствие того, что там не соблюдались элементарные требования пожарной безопасности. Работы были прекращены, и только после длительных разбирательств установку восстановили и в 1952 г. работа на установке возобновилась. Подходил срок моего окончания института. Я подготовил дипломную работу и был уверен, что останусь в аспирантуре при кафедре.

В конце 1951 года я встретился с Фиошиным М. Я. При первой же встрече мы быстро нашли общий язык. Михаил Яковлевич верил в перспективы электро синтеза, и мы остались друзьями на всю жизнь.

В июне 1952 года состоялась защита моей дипломной работы, а через два дня я узнал, что по решению парткома института меня не оставляют в аспирантуре, и уже через два месяца был назначен начальником установки в НИИ-42. Здесь не буду останавливаться на дальнейшей судьбе нашего процесса, так как она достаточно подробно описана в книге «Мой путь в науке» [1]. Могу только сказать, что в 1965 году было сдано в эксплуатацию крупнотоннажное производство тетраметилгликоля, которое успешно работало до 1990 года, то есть 25 лет.

Защита кандидатской диссертации Фиошиным М. Я. состоялась в 1953 г. Тема диссертации носила чисто теоретический характер, так как преследовала своей целью сравнить, как изменяется реакционная способность нитрогруппы в зависимости от ее расположения в бензольном кольце относительно карбоксильной группы. Установлено, что все три изомера обладают почти одинаковой ак-

тивностью, и найдены условия, позволяющие получать соответствующие аминобензойные кислоты с достаточно высоким выходом.

Вскоре после защиты Фиошина М.Я. состоялась защита Кругликова С.С. по синтезу никотиновой кислоты. Как выяснилось, анодное окисление пиколина протекает неселективно с образованием ряда побочных продуктов. Максимальный выход никотиновой кислоты не превышал 60% и не мог конкурировать с химическим методом окисления перманганатом калия.

В начале 50-х годов началось сотрудничество кафедры ТЭП с предприятием п/я 16, на котором создавалось производство капролактама, АГ- и СГ-солей. Для исследования были выбраны три направления, по которым представлялось перспективным использовать электрохимический синтез – получение гексаметилендиамина восстановлением адиподинитрила, получение циклогексилгидроксиламина восстановлением нитроциклогексана и синтез себаценовой кислоты. Научным руководителем этих работ был назначен Хомяков В. Г. Сразу после заключения договора о сотрудничестве с работниками ЦЗЛ предприятия п/я 16 он приступил к работам по электрохимическому восстановлению адиподинитрила. Был выбран оригинальный путь решения данной проблемы – использование катодного пространства хлорного электролизера, в котором в качестве анолита служила соляная кислота, и анодное пространство использовалось для получения хлора. В период с 1953 по 1960 гг. были найдены оптимальные параметры условий электролиза, позволяющие получать высокий выход целевого продукта. Показана целесообразность использования никелевого катода и разработан

метод активации катода в случае потери его активности. Разработан метод выделения продукта в виде солянокислой соли. Процесс был проверен на пилотной установке в ЦЗЛ предприятия п/я 16. В целом работа была выполнена на высоком технологическом уровне и завершилась защитой двух диссертаций Кривоуцко К. В. [2] и Гусаковой Д. Я. [3].

В 1961 году на процесс получения гексаметилендиамина было выдано авторское свидетельство [4]. К сожалению, электрохимический метод получения гексаметилендиамина оказался неконкурентноспособным с каталитическим гидрированием адиподинитрила.

Вскоре после защиты кандидатской диссертации Фиошин М. Я. по договору с п/я 16 приступил к разработке доступного метода получения себациновой кислоты, необходимой для получения СГ-соли, полимер которой в больших количествах потребляется в автомобильной и авиационной промышленности под торговым названием «найлон-6,10». Производство себациновой кислоты в Советском Союзе отсутствовало, и ее потребность удовлетворялась за счет покупок за рубежом. Для разработки синтеза себациновой кислоты была использована модификация синтеза Кольбе, известная как синтез «Гофера-Места». Уже первые эксперименты дали положительные результаты, и работа в этом направлении начала интенсивно развиваться. На способ получения себациновой кислоты было выдано авторское свидетельство [5]. Здесь следует отвлечься от начатого повествования.

### 3. Проблемная лаборатория

Учитывая успехи в реализации работ по электросинтезу органических и неорганических веществ, Постановлением Со-

вета Министров СССР № 456 от 12.04.1956 г., Распоряжением Совета Министров СССР № 5887Р от 27.09.1956 г. и Приказом Министра ВССО РСФСР № 268 от 07.03.1957 г. при кафедрах ТЭП и физической химии была создана Проблемная лаборатория. Научным руководителем лаборатории при кафедре ТЭП был назначен тогда еще молодой кандидат наук Фиошин М. Я., впоследствии д.т.н., профессор, заведующий кафедрой.

Возглавив работы по ЭХОС, Михаил Яковлевич Фиошин быстро проявил свои лучшие качества. Прежде всего, необходимо отметить его умение работать с литературой, благодаря чему уже работая над кандидатской диссертацией, имел достаточно широкий кругозор в области органической электрохимии. Став руководителем Проблемной лаборатории, он наладил контакты с ВИНТИ, имел возможность знакомиться с новыми публикациями и впоследствии принимал участие в выпуске сборников «Итоги науки», где публиковал многочисленные обзорные статьи, написанные лично им и в соавторстве с сотрудниками лаборатории. Благодаря активной литературной работе, он всегда правильно выбирал направление при постановке новых исследований.

Другим важным качеством Михаила Яковлевича явилось его умение налаживать деловые связи с сотрудниками сторонних организаций. В частности он продолжил начатые Хомяковым В. Г. контакты с предприятием п/я 16, в содружестве с которым в Проблемной лаборатории были начаты работы по синтезу циклогексилгидроксиламина и себациновой кислоты. Впоследствии сложились хорошие деловые отношения с Институтом Органической Химии АН СССР, Институтом Электрохимии АН СССР, Новочеркасским политехническим институтом и рядом

других организаций.

Наконец, следует отметить, что Михаил Яковлевич, начиная с 1958 года, принимал активное участие в проведении Всесоюзных совещаний по электрохимии органических соединений, на которых обсуждались работы, выполненные на кафедре ТЭП МХТИ им. Менделеева. Именно благодаря перечисленным качествам Михаила Яковлевича, коллектив Проблемной лаборатории плодотворно работал в течение длительного времени. Опубликовано также большое количество обзорных статей (Приложение I).

С Михаилом Яковлевичем было приятно общаться. У него всегда были новые цели, особенно привлекало его стремление к обобщению тех или иных явлений. Еще, если не ошибаюсь, до окончания аспирантуры, он предложил мне принять участие в написании брошюры по промышленному использованию электролиза для получения органических и неорганических веществ. Все вопросы, связанные с изданием, он брал на себя, причем предлагал раздел по синтезу неорганических веществ написать мне. Поскольку у меня не было никакой подборки литературы, согласился не сразу, но все же, в конце концов, принял его предложение. На подготовку рукописи потребовалось около года. В результате, в 1958 году вышла в свет наша первая публикация, в написании которой принял участие Кругликов С. С.: «Электрохимические методы получения органических и неорганических веществ». С того момента наше литературное сотрудничество с Фиошиным М. Я. продолжалось, и в 1968 году совместно с Майрановским С. Г. и Смирновым В. А. была написана книга «Электрохимия органических соединений», а в 1976 году уже без участия Майрановского С. Г., книга «Электрохимический син-

тез органических веществ». При написании этой последней книги Михаил Яковлевич использовал новые научные данные, полученные в результате исследований, выполненных в Проблемной лаборатории кафедры ТЭП. Позднее Михаил Яковлевич принял участие в написании учебника по прикладной электрохимии. По его инициативе в каждую главу учебника включены разделы, посвященные технике безопасности и охраны природной среды. Далее, в 1981 году им в содружестве со Смирновой М. Г. (Новочеркасский политехнический институт) написана книга по электрохимическому синтезу окислителей, а в 1985 году – книга «Электрохимические системы в синтезе химических продуктов». Последняя книга весьма оригинальна по своему замыслу, содержит ценный фактический материал и, я думаю, в течение еще многих лет она будет являться настольной книгой многих поколений электрохимиков-практиков.

Фиошин М.Я. руководил Проблемной лабораторией с 1957 по 1985 г. (28 лет). Руководство лабораторией он успешно сочетал с педагогической деятельностью: с 1968 года в звании профессора читал курс лекций по прикладной электрохимии, был деканом неорганического факультета, а с 1979 года после безвременной трагической кончины Кудрявцева Н.Т. возглавлял кафедру ТЭП до последних дней своей жизни, июль 1985 года.

После организации Проблемной лаборатории на кафедре ТЭП началась интенсивная научно-исследовательская работа. Этому способствовало не только привлечение научных сотрудников, но и приобретение современного для того времени научного оборудования – полярографов и потенциостатов. Это позволило проводить не только чисто синтетические работы, но и изучать кинетику и механизм

реакций, т. е. проводить исследование на высоком научном уровне.

После смерти Фиошина М.Я. научное руководство лабораторией было поручено старшему научному сотруднику Авруцкой Инне Абрамовне, которая вскоре после защиты кандидатской диссертации стала «правой рукой» Михаила Яковлевича и руководила работами по электросинтезу до 2000 г.

В начале 90-х годов по всей стране резко сократили финансирование исследовательских работ, и исследования проводились, как было принято говорить, «на общественных началах», т.е. без дополнительного финансирования. В это тяжелое время большую поддержку в проведении исследовательских работ оказывал доцент Новиков В.Т., который после защиты кандидатской диссертации в 1975 году, являлся ученым секретарем диссертационного совета и участвовал в руководстве кандидатскими диссертациями.

Для того чтобы представить объем выполняемых научно-исследовательских работ, следует отметить, что до 1985 года в Проблемной лаборатории работал достаточно большой коллектив научных сотрудников и преподавателей (Авруцкая И. А., Новиков В. Т., Суворов И. И., Царькова Т. Г., Архипова Т. А., Кучеров С. С., Корниенко А. Г., Богданова Н. П., Громова Е. В.) и два лаборанта (Крикорова Г. В., Орехова Е. С.).

Общее количество научных публикаций по результатам научных исследований в Проблемной лаборатории превышает 600 наименований, а количество авторских свидетельств – 160. За период с 1957 по 2000 год защищено 52 кандидатские и 1 докторская диссертация (Приложение II).

В рамках настоящей статьи нет возможности рассмотреть все выполненные исследования,

можно только осветить основные направления, по которым проводились работы, и отметить их научную значимость.

Вернемся к началу исследовательских работ проблемной лаборатории. Как ясно из предыдущего изложения, к моменту организации проблемной лаборатории на кафедре ТЭП с 1953 г. начались исследования по разработке метода синтеза себациновой кислоты, которые продолжались до 1963 г.

Заканчивались исследования по синтезу гексаметилендиамина. Они завершились в 1963 году.

В 1957 году в штат лаборатории была зачислена Авруцкая И. А., которая начала исследования по электрохимическому восстановлению нитроциклогексана. Таким образом, в Проблемной лаборатории остались два основных направления: анодный процесс – синтез себациновой кислоты, и катодный процесс – восстановление нитросоединений.

Рассмотрим, как развивались эти и некоторые другие направления за период до 2000 года по следующим проблемам:

#### 1. Анодные процессы

##### 1.1 Синтез диэфиров себациновой кислоты

##### 1.2 Фундаментальные исследования механизма реакции Кольбе и аддитивной димеризации

##### 1.3 Окисление углеводов и спиртов

##### 1.4 Прочие анодные процессы

#### 2. Катодные процессы

##### 2.1 Восстановление нитро- и нитрозо соединений

##### 2.2 Алкилирование аминов

##### 2.3 Гидродимеризация карбонильных соединений

##### 2.4 Восстановление лактонов

##### 2.5 Дегалогенирование

#### 4. Работы, выполненные в Проблемной лаборатории (1957-2000 гг.)

##### 4.1 Анодные процессы

##### 4.1.1 Синтезы диэфиров себаценовой кислоты

Исследования по синтезу диэфиров себаценовой кислоты начаты Фиошиным М. Я. в 1953 году. Синтез был основан на электролизе раствора моноэфира адипиновой кислоты. Электролитом является натриевая соль моноэфира. Синтез можно осуществить как в водной среде, так и в среде алифатического спирта. Работы проводились широким фронтом, и этим исследованием был занят большой авторский коллектив. За период до 1964 года было выдано 6 авторских свидетельств, которые отражали совершенствование процесса по мере его изучения. В результате проведения работ по оптимизации процесса были найдены условия электролиза, позволяющие получать диметилловый эфир себаценовой кислоты с выходом по веществу более 75%. Все эти работы были выполнены под руководством Фиошина М. Я., большой вклад в решение проблемы внесли: Камнева А. И., Штенберг Ш. М., Казакова Л. И., Музыченко Л. А., Васильев Ю. Б. и др.

М. Я. Фиошин подвёл итоги работы по изучению реакции Кольбе и в 1964 году успешно защитил докторскую диссертацию.

Стало ясно, что разработанный процесс может найти практическое применение и по стадии электролиза была выдана необходимая техническая документация, на основании которой Министерство химической промышленности принимает решение о строительстве крупного промышленного производства себаценовой кислоты и определило точку строительства. Внедрение процесса получения себаценовой кислоты

предлагалось провести в два этапа: строительство опытного цеха с одним электролизером на 25 кА, а потом – создание производства на годовую мощность 10000 тонн себаценовой кислоты. Необходимо было срочно предоставить исходные данные по синтезу диэфира себаценовой кислоты, его омылению до себаценовой кислоты, и синтезу исходного сырья – монометилового эфира адипиновой кислоты. По решению Министерства химической промышленности выдача полных исходных данных для проектирования промышленного производства была поручена институту ВНИИПИМ (г. Тула). Ответственным за выдачу исходных данных был назначен начальник технологического отдела Фрейдлин Г. Н.

У Гилия Наумовича был большой технологический отдел. Передача процесса электролиза ВНИИПИМу началась с 1963 г. и завершилась взятием совместного патента на технологию производства себаценовой кислоты [6]. Процесс был также запатентован в Канаде, Бельгии, Англии, Франции и США. Соавторами этого патента, кроме упомянутых выше сотрудников Проблемной лаборатории, являлись также работники ВНИИПИМ (Фрейдлин Г. Н. и Ковсман Е. П.) и сотрудник Химпрома «Азот» (Лубяницкий И. Я.). Все дальнейшие разработки технологии и проектные работы проведены под руководством Фрейдлина Г. Н. Осуществлены успешные испытания процесса на опытной установке, а в 1980 году произведен пуск промышленного производства, которое работало до 1991 года, вплоть до распада Советского Союза. После передачи данных по синтезу диэфира себаценовой кислоты в Проблемной лаборатории продолжались исследования по механизму реакции Кольбе с целью выявления новых путей использования данной реакции.

Результаты этих исследований описаны в следующем разделе.

##### 4.1.2. Фундаментальные исследования реакции Кольбе и аддитивная димеризация

Как уже отмечалось, почти одновременно с началом исследования по синтезу диэфиров себаценовой кислоты были начаты систематические исследования механизма реакции Кольбе, так как этот процесс к тому времени был малоизучен. Имелись сведения, что синтез Кольбе успешно протекает только на платиновом аноде. Так как намечалось использование процесса в промышленном масштабе, желательным было либо сократить расход платины, либо подобрать менее дефицитный анодный материал. В результате проведенных исследований установлена возможность использования платинированного титана, что позволило резко снизить расход платины в конструкции электролизера. Хорошие результаты дали испытания анодов из биметалла титан-платина. Удовлетворительные результаты получены также на анодах из уплотненного графита, на которых выход продуктов реакции Кольбе мало отличается от результатов на платиновых анодах [7]. Полученные данные были учтены при проектировании промышленных электролизеров.

Далее последовали работы по изучению влияния строения карбоновой кислоты на характер протекающих на электроде процессов, так как этот вопрос к тому времени оставался почти не изученным. Самым загадочным оставалось то, что синтез протекает достаточно эффективно на платиновом аноде при высокой плотности тока, когда наступало резкое увеличение анодного потенциала, и он достигал т.н. «критического» значения, при котором прекращалось выделение кислорода

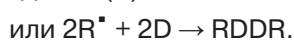
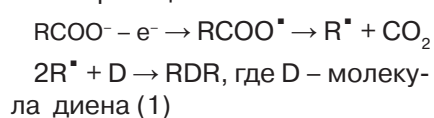
и начиналось образование продукта конденсации. По инициативе Фиошина М.Я. уже в 1959 г. Васильевым Ю.Б. была подробно исследована кинетика анодного процесса при электролизе водных растворов ацетата натрия с использованием вращающегося дискового электрода [8]. Впервые были установлены закономерности перехода от анодного выделения кислорода к электросинтезу Кольбе. Установлен факт влияния природы катиона соли карбоксилата на протекание анодного процесса.

Подводя итог этому этапу работы на III совещании ЭХОС, Фиошин М.Я. выступил с докладом, посвященным механизму реакции Кольбе [8], в котором отмечалось, что получены ценные данные, позволяющие сделать вывод об изменении структуры двойного электрического слоя на аноде при его поляризации до высоких положительных потенциалов.

Через два года, на IV совещании ЭХОС [9] было сделано сообщение о влиянии строения анионов карбоновой кислоты на синтез Кольбе. Установлено, что увеличение длины углеродной цепи способствует торможению выделения кислорода и торможение начинается при менее положительных потенциалах, чем наблюдаемых при окислении ацетатов. Однако, для всех изученных кислот торможение начинается при потенциале положительнее 2 В. Для более глубокого понимания процессов, происходящих при синтезе Кольбе, были выполнены на современном уровне исследования двойного электрического слоя на платиновом аноде с использованием метода измерения дифференциальной емкости [10] и радиационных измерений, применяя в работе карбоновые кислоты с радиоактивным изотопом углерода. Проведенные измерения однозначно и достаточно убедительно показали, что

при достижении определенного потенциала анионы карбоновой кислоты вытесняют молекулы воды из двойного электрического слоя. Аналогичный эффект был зарегистрирован и для некоторых нейтральных молекул. Этот необычный, ранее неизвестный факт был зарегистрирован Комитетом по делам изобретений как открытие [11].

На использовании этого необычного явления был разработан метод фиксации образующихся при электролизе карбоновых кислот свободных радикалов олефиновыми соединениями, в частности, бутадиеном. Таким путем из моноэтилового эфира адипиновой кислоты получены высшие ненасыщенные эфиры дикарбоновых кислот по реакции:



Эта реакция, получившая впоследствии название «аддитивной димеризации», в значительной степени расширила область практического применения реакции Кольбе. Впервые она была осуществлена на примере моноэтилового эфира адипиновой кислоты [12]. Исследования, выполненные при изучении реакции аддитивной димеризации, частично обобщены в кандидатской диссертации Миркин Л.А. в 1964 году.

Продолжая исследования этой реакции с использованием моноэфиров различных дикарбоновых кислот общей формулой  $\text{CH}_3\text{OOC}(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$  (где  $n = 2, 3, 4$ ) и бутадиена была показана возможность использования аддитивной димеризации для получения высших дикарбоновых кислот различного строения [13]. Далее было установлено, что вместо эфиров дикарбоновых кислот можно использовать  $\omega$ -замещенные галогеносодержащие кислоты и таким путем с

высоким выходом получать  $\alpha, \omega$ -ненасыщенные дихлоруглеводороды [14] или диметоксиуглеводороды [15].

Наконец, электрохимическим путем удалось получить диглициловые эфиры ненасыщенных дикарбоновых кислот [16]. Проведенные исследования показали широкие возможности использования электрохимических методов для синтеза различных классов органических соединений, синтез которых известными химическими методами затруднителен [17].

Известно, что дикарбоновые кислоты не вступают в реакции Кольбе вследствие деструкции молекул кислоты, однако, был установлен интересный факт, что в присутствии бутадиена деструкция прекращается и происходит реакция карбоксиалкилирования, а в случае щавелевой кислоты – карбоксилирование молекулы бутадиена. Выход непредельных кислот составляет около 40% [18].

По окончании исследовательских работ по изучению аддитивной димеризации Миркин Л.А. перешел работать в НИИЛКП, где при его участии была создана опытная установка с электролизером на нагрузку 1,0 кА. На ней в течение длительного времени проводилась наработка и испытание высших ненасыщенных дикарбоновых кислот, используемых в качестве высыхающих масел в производстве лакокрасочных покрытий.

#### 4.1.3. Окисление углеводов и спиртов

Ранее сообщалось о способе получения диацетон-2-кетон-*L*-гулоновой кислоты, используемой в производстве витаминов, путем анодного окисления диацетон-*L*-сорбозы. В качестве катализатора-переносчика предлагалось использовать анионы гипохлорита.

Учитывая высокий практи-

ческий интерес к данной реакции, Авруцкой И.А. и сотр. были проведены систематические исследования и установлено, что более селективно окисление протекает в присутствии гипобромита [19].

Еще более высокие показатели удалось получить при добавлении к щелочному анолиту солей никеля [20]. Образующийся гидроксид никеля окисляется на аноде до пероксида никеля, который выступает в качестве катализатора-переносчика. В конечном итоге был разработан процесс, позволяющий получить целевой продукт с выходом по веществу около 90% при выходе по току более 80%. Процесс с добавлением солей никеля реализован с участием ВНИВИ в промышленном производстве. В дальнейшем этот метод успешно использовался при окислении алифатических спиртов до соответствующих карбоновых кислот.

Этим методом с высоким выходом (более 90%) осуществляется синтез масляной, изомаляной, валериановой, изовалериановой [21] и 2-этилгексановой кислот [22].

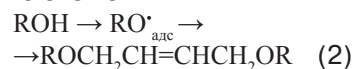
Окисление алифатических спиртов в присутствии оксидов никеля является перспективным процессом, т.к. осуществляется в бездиафрагменном электролизере и легко решается вопрос с выделением целевого продукта из реакционной массы.

#### 4.1.4. Прочие анодные процессы

Заслуживает внимания разработанный электрохимический синтез ацетатов тяжелых металлов в высших степенях окисления, применяемых как реактивы в аналитической химии. Эту задачу удалось решить электролизом. Предложен непрерывный метод получения тетраацетата свинца, основанный на анодном окислении ацетата двухвалентного свинца, растворенного в

безводной уксусной кислоте, содержащей в качестве фонового электролита ацетат калия. Выход целевого продукта по току достигает 90-94%. Продукт нерастворим в уксусной кислоте и его отделяют декантированием [23]. В продолжение исследований по синтезу тетраацетата свинца разработан метод получения ацетатов олова, марганца и кобальта в высших степенях окисления [24]. Этот цикл исследований осуществлен группой Бахцисарайцян Н. Г., Сатаевым М.С., Крыщенко К. И.

Интересный синтез осуществили Журинов М. Ж., Миркин Л. А. и Фиошин М. Я. Ими установлено, что при окислении алифатических спиртов в присутствии 1,3-диенов происходит алкоксиалкилирование, приводящее к образованию ненасыщенных диалкоксиуглеводородов по схеме:



Предполагается, что реакция алкоксилирования протекает через образование адсорбированных на поверхности оксидно-никелевого анода алкоксильных радикалов [25].

Данный процесс изучен для систем метанол – бутадиев, метанол – изопрен. Анализом продуктов электролиза установлено, что помимо алкоксилирования диенов протекают реакции образования димерных продуктов и частичного гидроксилрования.

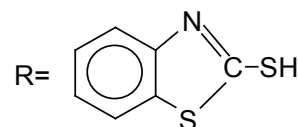
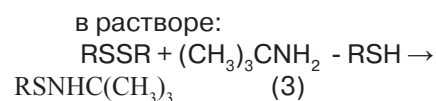
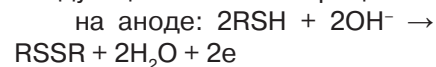
С высоким выходом по току в сернокислой среде, содержащей метанол осуществлено метоксилирование наркотина, побочным продуктом является α-метилэфи́р опиановой кислоты [26].

В период 1976-1986 гг. совместно с Шосткинским заводом химреактивов под руководством Фиошина М.Я. группой в составе Кокарева Г.А., Громовой Е. В., Сороковых А. Г. разработан

метод получения хинона непрерывным окислением анилина солями шестивалентного хрома, генерируемого электрохимически. Разработанный метод отличается малостадийностью. Он проверен на укрупненной опытной установке производительностью 50 т/год. Достигнут выход бензохинона 92-96%. Процесс рекомендован для промышленного внедрения [27].

В целях расширения кормовой базы для сельского хозяйства выполнены исследования по переработке грубого растительного сырья путем обработки соломы раствором гипохлорита натрия, генерируемого электрохимически. Получены положительные результаты и предложена оригинальная конструкция электролизера, позволяющая использовать растворы гипохлорита в момент их образования [28]. Разработаны и внедрены установки по электрохимической обработке соломы производительностью 40 и 600 кг в сутки.

Предложен оригинальный процесс анодного сочетания 2-меркаптобензотиазола с третбутиламино. Предполагается следующий механизм процесса:



Продукт реакции является эффективным ускорителем вулканизации каучука [29].



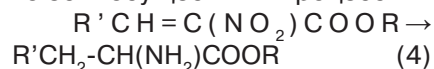
## 4.2. Катодные процессы

### 4.2.1 Восстановление нитро- и нитрозосоединений

Начало работ по восстановлению нитросоединений положила Авруцкая И. А., которая в 1957 г. стала работать в Проблемной лаборатории и в 1964 г. успешно защитила диссертацию по электровосстановлению нитроциклогексана до циклогексилгидроксиламина. Работа проводилась в содружестве с предприятием п/я 16. Были найдены условия, позволяющие получать целевой продукт с высоким выходом как по веществу, так и по току. Выданы рекомендации по осуществлению синтеза в укрупненном масштабе. Показано, что в отличие от ароматических нитросоединений, восстановление нитроциклогексана до амина требует более жестких условий, и была показана возможность синтеза циклогексиламина [30].

Накопленный опыт по восстановлению алифатических нитросоединений до аминов был использован для разработки метода синтеза незаменимых  $\alpha$ -аминокислот. Работа выполнялась в содружестве с ИНЭОС АН СССР. Систематические исследования в этом направлении были начаты в 1968 г. группой в составе Авруцкой И.А., Бабиевского К.К., Запорожец Э. В., Новикова В.Т., Филатовой И. М.

В качестве исходного сырья предполагалось использовать эфиры  $\alpha$ -нитроненасыщенных карбоновых кислот, имеющих кратную связь при нитрогруппе, то есть осуществить процесс:



Впервые было показано, что сопряженная с кратной связью нитрогруппа при своем восстановлении образует нестабильные промежуточные продукты (оксимы и имины), что существенно снижает выход целевых аминокислот. Например,

максимальный выход по веществу триптофана на свинцовом катоде составляет 62% и только 23% выход по току, а выход по веществу и по току фенилаланина составляет 20% и 30% соответственно [31].

В продолжение начатых исследований установлено, что  $\alpha$ -нитропроизводные насыщенных карбоновых кислот дают при восстановлении в тех же условиях эфиров  $\alpha$ -нитро- $\beta$ -(индолил-3)-пропионовой и  $\alpha$ -нитро- $\beta$ -оксимасляной кислот с выходами по веществу 87% и 77% соответственно триптофан и треонин. Исследование закончилось защитой двух диссертаций [32, 33].

Авторам удалось подробно разобраться в механизме катодных превращений эфиров как ненасыщенных, так и насыщенных кислот. В этом плане данные работы имеют большую научную ценность. В продолжение начатых исследований в лаборатории изучено восстановление значительного количества нитро- и нитрозосоединений, которые являются промежуточными продуктами в синтезе фармацевтических препаратов, добавками к полимерам, компонентами реактивов для цветной фотографии. Вряд ли в рамках настоящей статьи стоит приводить перечень всех изученных реакций. Отметим только наиболее интересные. Так, с технологической точки зрения заслуживает внимания процесс получения триаминодифенилсульфида (продукта для синтеза антигельминтика), основанный на электровосстановлении динитропроизводного [34]. Показано, что процесс восстановления протекает достаточно эффективно в присутствии катализатора-переносчика – солей ванадия и четвертичных солей аммония. Так как исходный продукт практически нерастворим в воде, электролиз предложено вести в

двухфазной системе, используя в качестве несмешивающегося с водой растворителя хлорбензол. Это позволило существенно упростить схему выделения целевого продукта и вести процесс с многократным использованием католита. Результаты лабораторных исследований проверены во ВНИТИГ (г. Уфа). Работа выполнена Хохряковым Ю. Б. под руководством Авруцкой И. А.

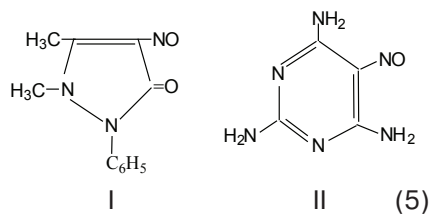
С 1981 г. по 1984 г. под руководством М.Я. Фиошина А.А. Конаревым были выполнены исследования по электросинтезу аминсульфоциклов нафталина, являющихся важнейшими промежуточными продуктами в производстве азокрасителей. Экспериментальные данные, полученные в работе прошли опытную проверку в МНПО «НИОПИК», которая показала результаты близкие к лабораторным, что указывало на перспективность использования разработанного метода. По результатам исследований Конарев А. А. защитил кандидатскую диссертацию [35]. Впоследствии работая научным сотрудником в МНПО «НИОПИК» Александр Андреевич продолжал активно работать в области ЭХОС. Обобщив результаты своей многолетней работы, в 2009 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Электрохимические мембранные технологии в синтезе полупродуктов для красителей и фармацевтических препаратов» [36], показав себя достойным учеником М.Я. Фиошина.

Хотя электровосстановление ароматических нитросоединений достаточно хорошо изучено, все же остаются проблемы, которые нуждаются в своем разрешении. Например, большие трудности возникают при восстановлении полинитросоединений, если требуется селективно восстановить одну или несколько нитрогрупп. В рабо-

те [37] успешно решена задача восстановления одной нитрогруппы в динитропроизводных. В результате исследований, проведенных в рамках диссертационной работы Ивановым В. И. под руководством В. Т. Новикова с участием А. А. Конарева найдены условия, позволяющие осуществить селективное восстановление динитробензола до нитроанилина и динитрофенола в аминонитрофенол с выходом до 98%. Цель достигнута путем подбора состава электролита с использованием в качестве катализаторов-переносчиков солей меди и железа. Полученные данные прошли опытную проверку на укрупненной установке в МНПО «НИОПИК» [38].

Значительные трудности возникают при восстановлении нитрогруппы в гетероциклических соединениях, однако было установлено, что восстановление 3-метил-4-амино-5-нитрозоуретана в водном растворе муравьиной кислоты протекает с высоким выходом, при этом продукт восстановления получают в форме формата и его можно использовать в дальнейших синтезах без какой-либо переработки [43].

С высоким выходом удалось осуществить восстановление нитрогруппы в 4-нитрозоантипирине (I) и 2,4,6-триамино-5-нитрозопиримидине (II).

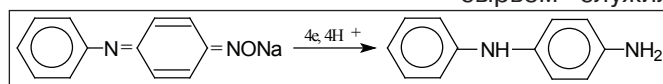


Продукты восстановления нитрогруппы в указанных соединениях служат исходными соединениями в синтезе лекарственных препаратов [40].

Достаточно эффективно осуществлен электрохимический синтез

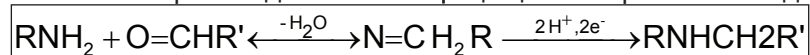
4-аминодифениламина из соответствующего нитросое-

динения [41].



#### 4.2.2. Алкилирование аминов

В 80-е годы в проблемной лаборатории начались работы, направленные на повышение целесообразности электрохимических процессов путем совмещения химических и электрохимических реакций, в частности были проведены интересные работы по алкилированию аминов. Сущность этого направления заключается в том, что готовят смесь амина и карбонильного соединения, которую подвергают электролизу. В смеси протекает химическая реакция образования оснований Шиффа (азометины). Поскольку азометины восстанавливаются легче, чем карбонильные соединения их восстановление происходит до конца с образованием алкильных производных амина:



На примере восстановления анилина показана возможность алкилирования аминогруппы ацетоном. Электролизом смеси ацетона и анилина в водном растворе, подкисленном серной кислотой, с выходом до 90% в одну стадию синтезирован N-изопропиламин [42]. Аналогичным путем проведено алкилирование 4-дифениламина ацетоном и метилизобутилкетон с получением ценных антиоксидантов [42, 43].

Найденный прием был успешно использован при разработке метода получения высокоэффективных стабилизаторов полимеров на основе пространственно-затрудненных пиримидинов. Целью исследования была разработка доступного метода получения 2,2,6,6-тетраметил-4-

аминопиперидина. Исходным сырьем служил тетраметил-4-

оксопиперидин (триацетонамин). Для решения поставленной задачи был выбран путь перевода карбонильной группы триацетонамина в оксииминную с последующим электрохимическим восстановлением оксима. В качестве оксимирующих агентов были выбраны гидроксилмин и гидразин. В результате глубокого исследования кинетики образования оксима и механизма электродных реакций был разработан удобный метод получения целевого продукта в одну стадию с достаточно высоким выходом по веществу. Предложено аппаратное оформление процесса и проведены успешные испытания на укрупненной установке. По результатам проведенных исследований защищена кандидатская диссертация [44], а сам процесс защищен авторскими свидетельствами [45, 46].

В разработке данного процесса принимали участие Авруцкая И. А., Новиков В. Т., Суворов И. И., Царькова Т. Г., Князева Л. Г. и др.

Электрохимическое восстановление диоксипроизводных триацетонамина было использовано в синтезе спиновых ловушек. Работа проводилась совместно с кафедрой органической химии Новочеркасского политехнического института.

#### 4.2.3. Карбонильные соединения (гидродимеризация)

Началу работ по восстановлению карбонильных соединений, как уже отмечалось, положил Хомяков В. Г. Начатая им в 1947 году работа по восстановлению ацетона, вместе со мной перешла в НИИ-42. Василий Григорьевич после этого ещё два с половиной года был руко-

водителем опытной установки и научным руководителем моей кандидатской диссертации, которую я защитил в 1954 году.

Работы по гидродимеризации карбонильных соединений на кафедре ТЭП какое то время не проводились, но в 1961 году Василий Григорьевич сказал мне, что на кафедру ТЭП принимают в аспирантуру сотрудника ВНИПИМ (г. Тула) и он хочет ему поручить работу по гидродимеризации алифатических альдегидов, так как эта реакция ранее не исследовалась и просил оказать помощь в проведении этой работы. Я, конечно, поддержал эту идею и вскоре познакомился с Солдатовым Б. Г. Он быстро сдал кандидатские экзамены и приступил к эксперименту. Вскоре удалось с довольно хорошим выходом осуществить гидродимеризацию ацетальдегида и, что самое интересное, высшие альдегиды в противоположность алифатическим кетонам образовывали гидродимеры практически с количественным выходом. Однако получить этиленгликоль из формальдегида не удалось.

Тем не менее, этой работой была вписана новая страница в знания о реакциях гидродимеризации. Солдатов Б.Г. защитил диссертацию в 1965 г. [47] и затем работал в технологическом отделе ВНИПИМ у Фрейдлина Г.Н.

В период 1966–1968 гг. в Проблемной лаборатории Авруцкая И.А. с сотрудниками исследовала реакцию гидродимеризации ароматических кетонов, в частности п-оксипропиофенона. Продукт гидродимеризации

3,4-бис[п-оксифенил]гександиол-3,4 представлял интерес для фармацевтической промышленности. Установлен изомерный состав димера [48]. Подтверждено, что ароматические кетоны в противоположность алифатическим образуют гидродимер по радикальному механизму.

Позднее были найдены условия гидродимеризации формальдегида. Реакция представляла значительный практический интерес, так как открывала простой путь синтеза этиленгликоля, широко используемого автомобильной промышленностью. В 1986-1988 гг. в проблемной лаборатории под руководством В.Т. Новикова была проведена работа по поиску материала катода для электролиза этиленгликоля. На графите продукт был получен с выходом по току более 75%. По результатам исследования Кобыльнич Н. А. защитила кандидатскую диссертацию [49]. К сожалению, из-за сложной схемы выделения товарного продукта из реакционной массы, электрохимический процесс не смог конкурировать с существующим методом, основанным на переработке этилена.

#### 4.2.4. Восстановление лактонов

Определённый научный интерес представляет работа по восстановлению  $\alpha$ -рибон-у-лактона, так как сведения о восстановлении в то время были исключительно немногочисленны. Эта работа выполнялась с целью разработки удобного метода получения d-рибозы, являющейся полупродуктом в синтезе витамина В<sub>2</sub>. Установлено, что исходным веществом для получения рибозы может быть как чистый рибонлактон, так и смесь рибонлактона с рибоновой кислотой. Интересной особенностью являлось то, что рибонлактон удаётся восстановить только на ртутном катоде. Когда Михаил Яковлевич сообщил мне об этом, я не поверил, попросил образец вещества и убедился, что это действительно так. Процесс был оптимизирован и достигнут высокий выход целевого продукта [50]. В 1970-1973 гг. в работе принимали участие Авруцкая И. А., Громова Е. В., Но-

виков В. Т.

#### 4.2.5. Дегалогенирование

При химическом хлорировании низших алифатических карбоновых кислот образуется смесь хлоркарбоновых кислот и получить селективно монохлоркарбоновую кислоту не представляется возможным. Из литературы известно, что хлор в полихлорированных кислотах электрохимически отщепляется ступенчато. В связи с этим под руководством Авруцкой И.А. Итовым Г.В. и Журавлевым А.Н. проведена работа по дехлорированию дихлоруксусной и  $\alpha,\alpha$ -дихлорпропионовой кислот с целью получения чистых монохлорпроизводных. В результате выполненных исследований установлено, что в слабо кислой среде на свинцовом катоде при регулируемой плотности тока возможно осуществить селективное дехлорирование указанных кислот с выходом по веществу 98-99% [51-53]. Процесс прошел проверку на укрупненной установке. К сожалению, выяснилось, что наличие в технических растворах солей тяжелых металлов приводит к быстрому снижению селективности процесса.

В продолжение работы по дехлорированию установлено, что в жестких условиях электролиза возможно количественно отщепить хлор от многих хлорорганических продуктов. Это было использовано для обезвреживания сточных вод от хлорсодержащих соединений. Так, показана возможность количественного дехлорирования дихлормуконной кислоты [54]. Найдены условия количественного дехлорирования 1,2,4-трихлорбензола. Реакция протекает в водной кислой эмульсии вещества с добавкой межфазного катализатора – четвертичных солей аммония или поверхностно-активных веществ. Выход по току ~50%. Процесс рекомендован

для обезвреживания сточных вод, содержащих арилгалогениды [55-57].

**Вместо заключения**

Как видно из изложенного материала проблемная лаборатория успешно и достаточно эффективно работала до начала так называемой «перестройки». При сложившейся ситуации сократилось финансирование научных исследований, фактически прекратила существование Проблемная лаборатория. Но исследования в области электросинтеза органических соединений на кафедре ТЭП продолжались до 2000 года сложившимся коллективом энтузиастов. Но и в настоящее время работы по электросинтезу на кафедре продолжают в сотрудничестве с учениками М. Я. Фиошина, например, с Конаревым А. А., не потеряны контакты с Институтом органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН (группа В. П. Гулятья).

Хочется отметить одну из последних работ, направленную на создание малоотходной технологии получения 4-аминодифениламина, применяемого в производстве фармпрепаратов и красителей [58, 59]. Суть проблемы заключалась в разработке условий восстановления раствора Na соли

n-нитрозодифениламина в технологическом растворе, содержащем кроме основного вещества избыток щелочи и значительное количество хлорида натрия. В результате глубокой технологической проработки найден оригинальный путь решения поставленной задачи. Технологический раствор натриевой соли 4-нитрозодифениламина подвергают электролизу с получением желаемого продукта, который мало растворим и выпадает в осадок. Отделяемый фильтрат используют в качестве анолита в следующем аналогичном опыте. Анолит отфильтро-

вывают от твердого осадка и в нем растворяют уже выделенную новую порцию натриевой соли

4-нитрозодифениламина. Такая процедура позволяет многократно использовать один и тот же водный раствор без снижения выхода целевого продукта с минимальным количеством отходов. Результаты этой технологически грамотно выполненной работы изложены в кандидатских диссертациях Кочмарёва С. А. [41] и Поповой Н. Г. [58], выполненных под руководством Авруцкой И. А. и Новикова В. Т. К сожалению результаты этого исследования при существующей ситуации в России вряд ли кого смогут заинтересовать.

Трудно гадать, какова будет роль науки в России в будущем. Сейчас можно только оценить тот вклад, который внесли в развитие электроосаждения органических соединений в те полвека, кафедра ТЭП и созданная в ней Проблемная лаборатория.

Прежде всего, следует оценить научную значимость выполненных исследований. Здесь необходимо отметить глубокое фундаментальное исследование анодной конденсации (анодное сочетание карбоновых кислот, синтез Кольбе). Уточнены данные по влиянию углеродного скелета кислоты, выявлено влияние растворителя, посторонних катионов, температуры, плотности тока и других параметров на протекание реакции, впервые проведены вольтамперные измерения, изучено строение двойного электрического слоя, объяснены причины, по которым т.н. «аномальные кислоты» не дают синтеза Кольбе. Особый интерес представляют начатые исследования с участием карбоновых кислот в реакции «аддитивной димеризации», с сопряженными диенами. Эти исследования существенно расширили синтетические возможности процессов с участием

карбоновых кислот.

Большое научное значение имеют многочисленные исследования по синтезу аминосоединений. Почти все эти работы включали выяснение механизма катодного процесса с выделением промежуточных стадий. Накопленный материал, безусловно, требует обобщения, что позволит сделать ценные выводы о реакционной способности нитрогрупп в различных классах органических соединений.

С практической точки зрения наиболее важным является разработка метода получения диэфира себаценовой кислоты, синтеза ненасыщенных высших карбоновых кислот, окисления диацетонсорбозы и алифатических спиртов до соответствующих карбоновых кислот.

Накопленный за последнее время материал заставляет по-новому взглянуть на процессы электросинтеза. Если в начале прошлого века основными реакциями электросинтеза являлись окисление и восстановление, то теперь на электролиз надо смотреть как на метод генерации активных частиц, которые могут взаимодействовать как друг с другом, так и другими веществами, не обладающими электрохимической активностью. Поэтому не случайно процессы гидродимеризации ацетона и синтеза себаценовой кислоты были реализованы на крупных промышленных производствах, а эти процессы берут свое начало с исследовательских работ, проведенных на кафедре ТЭП.

*Автор выражает глубокую благодарность Авруцкой И.А. и Новикову В.Т. за внимательное прочтение рукописи и сделанные ценные замечания и уточнения.*

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Томилов А. П. Мой путь в науке. – М.: Хоружевский А.И., 2009. 184 с.

2. Чванкин И. В. Автореферат канд. дисс. Электрохимическое восстановление динитрила адипиновой кислоты. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1964.

3. Гусакова Д. Я. Автореферат канд. дисс. Электрохимическое восстановление динитрила адипиновой кислоты до гексаметилендиамина. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1965.

4. Хомяков В. Г., Гусакова Д. Я., Хрулев М. В., Смагин З. С., Щеголь Ш. С. Электрохимический способ получения гексаметилендиамина. А. С. 137927. Б.И. №3, 1961.

5. Артемьев А. Г., Васильев Ю.Б., Галкин Л.Г., Ефименкова А.И., Камнева А.И., Фиошин М.Я. и др. Способ получения себациновой кислоты. А.С. СССР 124933. Б.И. №21 (1959).

6. Фрейдман Г.Н., Адамов А.А., Ковсман Е.П., Тюрин Ю.М. и др. Способ получения себациновой кислоты. Патент СССР 265881 (1967) Б.И. №11, 1970.

7. Фиошин М. Я. Проблемы анода в процессе электролиза органических соединений. Новости электрохимии органических соединений 1962. IV совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – М.: 1962. С. 59.

8. Васильев Ю. Б., Фиошин М.Я. Анодные процессы при электролизе карбоновых кислот. Новости электрохимии органических соединений 1960. III совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – М.: 1960. С.22.

9. Васильев Ю.Б., Фиошин М.Я. Влияние строения аниона карбоновой кислоты на анодные процессы при синтезе Кольбе. Новости электрохимии органических соединений 1962. IV совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – М.: 1962. С.51

10. Гирина Г. П., Фиошин М. Я., Казаринов В. Е. К вопросу о

природе торможения электрохимического окисления растворителя при электролизе водных растворов карбоновых кислот. Новости электрохимии органических соединений 1965. V совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – М.: 1965. С.45.

11. Фиошин М. Я., Миркинд Л. А. Диплом открытия СССР № 149 (1974) с приоритетом от 09.10.1963.

12. Миркинд Л. А., Фиошин М. Я. Синтез диэфиров некоторых дикарбоновых кислот конденсацией с 1,3-бутадиена. Новости электрохимии органических соединений 1965. V совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – М.: 1965. С. 69.

13. Фиошин М.Я., Миркинд Л.А., Корниенко А.Г. Электрохимическое карбоксилирование ненасыщенных соединений. Там же, с.68.

14. Корниенко А.Г., Хризолитова М.А., Миркинд Л.А., Фиошин М.Я. Способ получения непредельных дихлоруглеводородов. А.С. СССР 376348; Б.И. №17, 1973.

15. Монастырская Л.А., Журинов М.Ж., Миркинд Л.В., Фиошин М.Я. Способ получения смеси непредельных диметоксиуглеводородов. А.С. СССР 497279; Б.И. №48, 1975.

16. Миркинд Л.А., Корниенко А.Г., Каличева И.С., Кулешова И.Д., Рискин Л.Л., Фиошин М.Я. Диглициловые эфиры высших ненасыщенных дикарбоновых кислот как компоненты для лакокрасочных композиций. А.С. СССР 787399; Б.И. № 46, 1980.

17. Миркинд Л.А. Новые реакции анодного сочетания и присоединения. Новости электрохимии органических соединений 1990. XII совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – Караганда: 1990. С.65.

18. Анискова Л.В. Исследование реакции электрохимической аддитивной димеризации аномальных карбоксилатов. Ав-

тореферат канд. дисс. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1973.

19. Авруцкая И.А., Фиошин М.Я., Борисов А.И. Окисление органических веществ в присутствии галогенидов. Новости электрохимии органических соединений 1970. VII совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – Казань: 1970. С.3.

20. Авруцкая И.А., Борисов А.И., Фиошин М.Я. Способ получения кетогулоновой кислоты. А.С. 327153; Б.И. №5, 1972.

21. Фиошин М.Я., Авруцкая И.А., Реморов Б.С. Окисление алифатических спиртов в щелочной среде электрохимически регенерируемыми высшими окислами никеля. Новости электрохимии органических соединений 1980. X совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – Новочеркасск: 1980. С. 110.

22. Реморов Б.С., Авруцкая И.А., Фиошин М.Я. Электросинтез изомаляной кислоты в щелочной среде. Новости электрохимии органических соединений 1980. X совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – Новочеркасск: 1980. С.111.

23. Сатаев М.С., Бахчисарайцыян Н.Г., Фиошин М.Я., Фурсман Г.Х., Крыщенко К.И. Технология электрохимического синтеза тетраацетата свинца. // Хим. пром., 1970. № 12. С. 892-894.

24. Сатаев М.С. Исследование электрохимического синтеза тетраацетата свинца. Дисс. канд. хим. наук. 1971, 159 с.

25. Журинов М.Ж. Электрохимическое алкоксилирование диенов. Дисс. канд. хим. наук. 1969, 143 с.

26. Фиошин М.Я., Журинов М.Ж., Серикбаев М.С. Электрохимическое окисление наркотина в метиловом эфире. Новости электрохимии органических соединений 1976. IX совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – Тула: 1976. С.17.

27. Сороковых А.Т. Разработка малоотходного процесса окисления анилина в *p*-бензохинон с электрохимической регенерацией окислителя. Автореферат канд. дисс. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1989.

28. Мухина И.Б. Электрохимическая обработка грубого растительного сырья с целью повышения его питательных свойств. Автореферат канд. дисс. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1991.

29. Мукминова Г.Р., Новиков В.Т., Авруцкая И.А. О механизме электросинтеза *t*-бутил-2-бензотиазолсульфенамида. Новости электрохимии органических соединений. XIV совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – Новочеркасск, НГТУ «Набла», 1998. С. 87

30. Хомяков В. Г., Авруцкая И. А. Способ получения циклогексилгидроксиламина. А.С. 136731; Б. И. № 8, 1961.

31. Авруцкая И. А., Бабиевский К. К., Беликов В. М., Новиков В. Т., Фиошин М. Я. Электросинтез аминокислот. Новости электрохимии органических соединений 1973. VIII совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – Рига, 1973. С. 124.

32. Новиков В.Т. Электровосстановление эфиров нитрокарбоновых кислот. Автореферат канд. дисс. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1975.

33. Запорожец Э.В. Электросинтез аминокислот. Автореферат канд. дисс. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1972.

34. Хохряков Ю.Б., Авруцкая И.А. Электрохимическое восстановление динитродифенилсульфидов в присутствии ионов переменной валентности. // Электрохимия. 1989. Т.2, № 11, С.1574-1578.

35. Конарев А.А. Электросинтез аминосульфокислот нафталина. Автореферат канд. дисс. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1984.

36. Конарев А.А. Электрохимические мембранные технологии в синтезе полупродуктов для красителей и фармацевтических препаратов. Автореферат докт. дисс. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009.

37. Иванов В.И., Конарев А.А., Новиков В.Т. Новости электрохимии органических соединений 1986. XI совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – Львов, 1986. С.244.

38. Иванов В.И. Электрохимическое восстановление динитропроизводных бензола. Автореферат канд. дисс. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1988.

39. Фиошин М.Я., Авруцкая И.А., Долгачев А.В. Механизм электровосстановления 4-амино-5-нитрозолурацилов и разработка условий электросинтеза 4,5-диаминоурацилов. Новости электрохимии органических соединений 1980. X совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – Новочеркасск: 1980. С.41.

40. Архипова Т. А. Электрохимическое восстановление гетероциклических нитрозосоединений для синтеза лекарственных препаратов. Автореферат канд. дисс. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1990.

41. Кочмарев С. В. Разработка технологии электросинтеза 4-аминодифениламина. Автореферат канд. дисс. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1997.

42. Кучеров С. С., Богданова Н.П., Авруцкая И.А., Фиошин М.Я. Закономерности электрохимического восстановительного алкилирования ароматических аминов. Новости электрохимии органических соединений 1980. X совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – Новочеркасск: 1980. С.72.

43. Авруцкая И. А., Сергеева Н.К. Электрохимическое поведение продуктов взаимодействия 4-аминодифениламина с алифатическими кетонами. Новости электрохимии органических со-

единений 1994. XIII совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – Тамбов. 1994. С. 14.

44. Суоров И.И. Электрохимический синтез 2,2,6,6-тетраметил-4-аминопиперидина. Автореферат канд. дисс. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1981.

45. Царькова Т.Г., Авруцкая И. А., Фиошин М.Я., Суоров И. И. и др. Способ получения 2,2,6,6-тетраметил-4-оксипиперидина. А.С. СССР 908017; Б.И. №46, 1981.

46. Суоров И. И., Гуигина Н. И., Авруцкая И. А. Способ получения 2,2,6,6-тетраметил-4-аминопиперидина. А.С. СССР 790651, Б.И, №30, 1982.

47. Солдатов Б.С. Электрохимическое восстановление алифатических альдегидов. Автореферат канд. дисс. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1965.

48. Фиошин М.Я., Авруцкая И.А., Герасимова Л.Е., Кабанова С.А. Синтез 3,4-бис-(*p*-оксифенил)-гександиола-3,4 катодной гидродимеризацией *p*-оксипропиофенона. //Химфарм. журнал, 1969, №3.

49. Кобыльник Н.А. Катодная димеризация формальдегида. Автореферат канд. дисс. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1988.

50. Авруцкая И. А., Фиошин М.Я., Громова Е. В. Электросинтез D-рибозы //Журнал прикл. химии, 1970, т. 43, №5, с. 1084;

51. Итов Г. В., Авруцкая И. А. Электрохимическое восстановление  $\alpha,\alpha$ -дихлорпропионовой кислоты. Новости электрохимии органических соединений 1994: XIII совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – Тамбов. 1994. С. 74.

52. Журавлев А.Н. Электрохимическое восстановление дихлоруксусной кислоты. Автореферат канд. дисс. М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1990.

53. Журавлев А.Н., Шамшинов С.Д., Авруцкая И.А. Электрохимическое восстановление ди- и монохлоруксусных кислот. Новости электрохимии органи-

ческих соединений 1990. XII совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – Караганда: 1990. С. 128.

54. Иванов Е. И., Фиошин М. Я. и др. Электрохимическое восстановление мукохлорной кислоты. Новости электрохимии органических соединений 1980. X совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – Новочеркасск: 1980. С. 76.

55. Итов Г.В., Авруцкая И.А. О возможности электрохимического дегалогенирования 1,2,4-трихлорбензола в водной среде. Новости электрохимии органических соединений 1994: XIII совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – Тамбов. 1994. С. 141.

56. Итов Г.В., Авруцкая И.А., Царькова Т.Г. Закономерности электрохимического дегалогенирования 1,2,4-трихлорбензола в водной среде. Новости электрохимии органических соединений 1994: XIII совещание по электрохимии органических соединений: тез. докл. – Тамбов. 1994. С. 142

57. Итов Г.В. Разработка электрохимических методов получения и утилизации хлорорганических соединений. Автореферат канд. дисс. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1993.

58. Попова Н.Г. Получение 4-аминодифениламина электрохимическим восстановлением щелочных растворов Na соли 4-нитрозо-дифениламина. Автореферат канд. дисс. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1999.

59. Попова Н.Г., Новиков В.Т., Арвущая И.А. Утилизация растворов после электровосстановления Na-соли 4-нитрозодифениламина. //Электрохимия, 2000. Т.36. № 3. С. 329-332.

### Приложение 1

#### Обзорные статьи

1. Фиошин М.Я. Электролиз органических соединений с применением ионитовых мембран. Сб. «Прогресс электрохимии органических соединений». М.: На-

ука, 1969. С. 250-277.

2. Авруцкая И.А., Фиошин М.Я., Борисов А.И. Электрохимическое окисление сахаров. Итоги науки. ВИНТИ. Сер. Электрохимия. 1971. Т.6. С. 239-292.

3. Преснов А.Е., Томилов А.П., Фиошин М.Я. Электрохимия фосфора и его соединений. Итоги науки. ВИНТИ. Сер. Электрохимия. 1971. Т. 6. С. 293-326.

4. Фиошин М.Я., Томилов А.П., Феоктистов Л.Г. Развитие электросинтеза органических соединений. Сб. «Электросинтез и механизм органических реакций» (Прогресс электрохимии органических реакций). М.: Наука, 1973. С. 7-89.

5. Авруцкая И.А., Кокарев Г.А. Реакции электрохимического синтеза с участием катализаторов-переносчиков. Сб. «Электросинтез и биоэлектрохимия» (Прогресс электрохимии органических соединений). М.: Наука, 1975. С. 34-65.

6. Фиошин М.Я. Электрохимическая циклизация. Сб. «Электросинтез и биоэлектрохимия» (Прогресс электрохимии органических соединений). М.: Наука, 1975. С. 102-127.

7. Авруцкая И.А. Электросинтез аминов и аминокислот. Сб. «Электросинтез мономеров» (Прогресс электрохимии органических соединений). М.: Наука, 1980. С. 124-144.

8. Авруцкая И.А., Каган Е.Ш., Смирнов В.А., Фиошин М.Я. Электрохимический синтез нитроксильных радикалов. В кн. Нитроксильные радикалы. Синтез, химия, приложения. М.: Наука, 1987. С. 42-56

9. Фиошин М.Я., Изгарышев Н.А. Успехи электросинтеза в органической химии. //Успехи химии, 1956. Т. 25, № 4. С. 486-516

10. Фиошин М.Я., Томилов А.П. Реакции свободных радикалов при электролизе органических соединений. //Успехи химии, 1963. Т. 32, № 1. С. 60-92.

11. Фиошин М.Я., Казакова Л.И. О применении нерастворимых анодов в электросинтезе органических веществ. //Химическая промышленность. 1963.

№10. С. 760-762.

12. Фиошин М.Я., Томилов А.П. Электрохимическая димеризация органических соединений. Сб. «Успехи электрохимии органических соединений» М.: Наука, 1966. С. 65-81.

13. Фиошин М.Я., Томилов А.П. Промышленный электролиз. Сб. «Успехи электрохимии органических соединений» М.: Наука, 1966. С. 256-277.

14. Фиошин М.Я., Томилов А.П. Промышленные электролизеры для синтеза органических соединений. //Химическая промышленность, 1968. №2. С. 84-91.

15. Фиошин М.Я. О возможности совмещения некоторых реакций электроорганического синтеза. //Химическая промышленность, 1968. №12. С. 882-885.

16. Авруцкая И.А., Фиошин М.Я. Электровосстановление ароматических карбонильных соединений. Итоги науки. ВИНТИ. Сер. Электрохимия. 1970. С. 278-325.

17. Фиошин М.Я., Авруцкая И.А., Громова Е.В. Электровосстановление альдонолактонов. Итоги науки. ВИНТИ. Сер. Электрохимия. 1970. С. 326-345.

18. Авруцкая И.А., Фиошин М.Я. Электрохимические методы получения аминокислот. Итоги науки. ВИНТИ. Сер. Электрохимия. 1971.Т.9. С. 229-269.

19. Феоктистов Л.Г., Томилов А.П., Фиошин М.Я. Электрохимия органических соединений. //Итоги науки. ВИНТИ. Сер. Электрохимия. 1982. Т. 18. С. 264-332.

20. Фиошин М.Я., Томилов А.П. Тенденции совершенствования электросинтеза органических соединений. //Химическая промышленность, 1984. №9. С. 517-523.

21. Кобыльнич Н.А., Новиков В.Т., Томилов А.П. Электрохимическое восстановление алифатических карбонильных соединений. //Итоги науки и техн. ВИНТИ. Сер. Электрохимия. 1990. Т. 33. С. 3-36.

Перечень диссертационных работ по ЭХОС, выполненных и защищенных на кафедре ТЭП

| Научный руководитель              | Автор, название диссертации   | Год защиты |
|-----------------------------------|---|------------|
| 1. Изгарышев Н.А.                 | Петрова А.А.<br>Электровосстановление нитрометана себаценовой кислоты   | 1949       |
| 2. Изгарышев Н.А.                 | Арямова И.И.<br>Электровосстановление кетонов   | 1950       |
| 3. Изгарышев Н.А.                 | Фиошин М.Я.<br>Электровосстановление нитробензойных кислот  | 1953       |
| 4. Изгарышев Н.А.<br>Хомяков В.Г. | Кругликов С.С.<br>Электросинтез никотиновой кислоты   | 1958       |
| 5. Фиошин М.Я.                    | Васильев Ю.Б.<br>Анодные процессы при электролизе Кольбе  | 1962       |
| 6. Хомяков В.Г.<br>Фиошин М.Я.    | Авруцкая И.А.<br>Электрохимическое восстановление нитроциклогексана   | 1963       |
| 7. Хомяков В.Г.                   | Чванкин И.В.<br>Электрохимическое восстановление динитрила адипиновой кислоты   | 1964       |
| 8. Фиошин М.Я.                    | Казакова Л.И.<br>Электрохимический синтез себаценовой кислоты   | 1964       |
| 9. Фиошин М.Я.                    | Гирина Г.П.<br>Механизм анодных процессов при электролизе солей карбоновых кислот   | 1964       |
| 10. Фиошин М.Я.                   | Миркин Л.А.<br>Исследование реакции электрохимической аддитивной димеризации  | 1964       |
| 11. Докторская диссертация        | Фиошин М.Я.<br>Изучение кинетики и механизма анодных процессов и разработка условий синтеза карбоновых кислот методом электрохимической конденсации | 1964       |
| 12. Хомяков В.Г.                  | Гусакова Д.Я.<br>Электрохимическое восстановление динитрила адипиновой кислоты до гексаметилендиамина   | 1965       |
| 13. Хомяков В.Г.<br>Томилов А.П.  | Солдатов Б.Г.<br>Электрохимическое восстановление алифатических альдегидов  | 1965       |
| 14. Фиошин М.Я.<br>Миркин Л.А.    | Корниенко А.Г.<br>Исследование анодных процессов при электрохимическом карбоксилировании непредельных соединений                                    | 1967       |



|                                  |   |      |
|----------------------------------|---|------|
| 15. Фиошин М.Я.<br>Миркинд Л.А.  | Хризолитова М.А.<br>Исследование реакции электрохимического синтеза непредельных $\alpha$ , $\omega$ - дихлоруглеводородов                        | 1968 |
| 16. Фиошин М.Я.<br>Авруцкая И.А. | Нгуен Ван Тхань<br>Электровосстановление алкилароматических кетонов   | 1968 |
| 17. Фиошин М.Я.<br>Миркинд Л.А.  | Журинов М.Ж.<br>Электрохимическое алкоксилирование диенов   | 1969 |
| 18. Фиошин М.Я.<br>Авруцкая И.А. | Борисов А.И.<br>Электрохимическое окисление диацетон- <i>L</i> -сорбозы   | 1970 |
| 19. Бахчисарайцыян Н.Г.          | Сатаев М.С.<br>Исследование электрохимического синтеза тетраацетата свинца  | 1971 |
| 20. Фиошин М.Я.<br>Авруцкая И.А. | Запорожец Э.В.<br>Электросинтез аминокислот   | 1972 |
| 21. Фиошин М.Я.<br>Миркинд Л.А.  | Анискова Л.В.<br>Исследование реакции электрохимической аддитивной димеризации аномальных карбоксилатов   | 1973 |
| 22. Фиошин М.Я.                  | Соколова Е.И.<br>Влияние природы спиртов на механизм их электроокисления  | 1973 |
| 23. Фиошин М.Я.<br>Миркинд Л.А.  | Дубинин А.Г.<br>Исследование процессов адсорбции и электроокисления органических соединений на платине при высоких положительных потенциалах      | 1974 |
| 24. Фиошин М.Я.                  | Крыщенко К.И.<br>Исследование некоторых процессов электродиализа и условий их совместного с электролизом органических и неорганических соединений | 1975 |
| 25. Фиошин М.Я.<br>Авруцкая И.А. | Новиков В.Т.<br>Электровосстановление эфиров нитрокарбоновых кислот   | 1975 |
| 26. Фиошин М.Я.<br>Авруцкая И.А. | Громова Е.В.<br>Электровосстановление D-рибон- $\gamma$ - лактона в D-рибозу  | 1975 |

|                                    |   |      |
|------------------------------------|---|------|
| 27. Бахчисарайцян Н.Г.             | Финякина З.А.<br>Исследование некоторых окислительно-восстановительных систем в среде безводной уксусной кислоты                          | 1975 |
| 28. Фиошин М.Я.<br>Авруцкая И.А.   | Сарсенбаева Г.М.<br>Электрохимическое восстановление ароматических нитрозосоединений  | 1977 |
| 29. Фиошин М.Я.<br>Авруцкая И.А.   | Печатнова Т.Е.<br>Исследование электроокисления диацетон- <i>L</i> -сорбозы на окисноникелевом электроде                                  | 1977 |
| 30. Фиошин М.Я.                    | Долгачев А.Н.<br>Электрохимическое восстановление некоторых азотсодержащих гетероциклических соединений                                   | 1979 |
| 31. Фиошин М.Я.<br>Кокарев Г.А.    | Колесников В.А.<br>Исследование адсорбции ионов и органических соединений на электроде из двуокиси свинца в водных растворах электролитов | 1979 |
| 32. Фиошин М.Я.<br>Родионов А.И.   | Иванов Е.И.<br>Электрохимический метод очистки растворов производства средств защиты растений   | 1980 |
| 33. Фиошин М.Я.<br>Авруцкая И.А.   | Реморов Б.С.<br>Электроокисление алифатических спиртов на окисно-никелевом электроде  | 1980 |
| 34. Фиошин М.Я.                    | Суров И.И.<br>Электрохимический синтез 2,2,6,6-тетраметил-4-аминопиперидина   | 1981 |
| 35. Фиошин М.Я.                    | Богданова Н.П.<br>Электрохимический синтез нитроксильных радикалов пиперидинового ряда  | 1983 |
| 36. Фиошин М.Я.<br>Ивановская Л.Н. | Антонова Т.Л.<br>Электровосстановление 2-алкил-4-амино-5-цианпиримидинов  | 1984 |
| 37. Фиошин М.Я.                    | Конарев А.А.<br>Электросинтез аминосульфокислот нафталина   | 1984 |
| 38. Фиошин М.Я.<br>Авруцкая И.А.   | Рудик И.В.<br>Электрохимический синтез 2-этилгексановой кислоты   | 1985 |

|                                  |  |      |
|----------------------------------|--|------|
| 39. Фиошин М.Я.<br>Авруцкая И.А. | Родионова Н.А.<br>Электрохимическое восстановление бензилфенилнитрозамина  | 1985 |
| 40. Новиков В.Т.                 | Иванов В.И.<br>Электрохимическое восстановление динитропроизводных бензола   | 1988 |
| 41. Новиков В.Т.                 | Кобыльник Н.А.<br>Катодная димеризация формальдегида   | 1988 |
| 42. Фиошин М.Я.<br>Авруцкая И.А. | Царькова Т.Г.<br>Электросинтез 2,2,6,6-тетраметилпиперидина и его оксипроизводных  | 1989 |
| 43. Авруцкая И.А.                | Хохряков Ю.Б.<br>Электрохимический синтез 3,4,4-триаминодифенилсульфида  | 1989 |
| 44. Фиошин М.Я.<br>Авруцкая И.А. | Архипова Т.А.<br>Электрохимическое восстановление гетероциклических нитрозосоединений для синтеза лекарственных препаратов | 1990 |
| 45. Авруцкая И.А.                | Журавлев А.Н.<br>Электрохимическое восстановление дихлоруксусной кислоты   | 1990 |
| 46. Авруцкая И.А.                | Мухина И.Б.<br>Электрохимическая обработка грубого растительного сырья с целью повышения его питательных свойств           | 1991 |
| 47. Авруцкая И.А.                | Вишнякова Н.А.<br>Электрохимическое получение п-аминометилбензойной кислоты как лекарственного препарата                   | 1991 |

|   |   |             |
|---|---|-------------|
| <p>48. Авруцкая И.А.</p>                  | <p>Итов Г.В.<br/>Разработка электрохимических методов получения и утилизации хлорорганических соединений</p>                            | <p>1993</p> |
| <p>49. Новиков В.Т.</p>                   | <p>Князева Л.Г.<br/>Электрохимическое восстановление оксииминопроизводных 2,2,6,6-тетраметилпиперидина</p>                              | <p>1993</p> |
| <p>50. Авруцкая И.А.</p>                  | <p>Сергеева Н.К.<br/>Электросинтез продуктов алкилирования 4-аминодифениламина алифатическими кетонами</p>                              | <p>1996</p> |
| <p>51. Авруцкая И.А.<br/>Новиков В.Т.</p> | <p>Кочмарев С.А.<br/>Разработка технологии электросинтеза 4-аминодифениламина</p>   | <p>1997</p> |
| <p>52. Новиков В.Т.<br/>Авруцкая И.А.</p> | <p>Мукминова Г.Р.<br/>Электросинтез N-третбутил-2-бензотиазолсульфенамида</p>   | <p>1999</p> |
| <p>53. Авруцкая И.А.<br/>Новиков В.Т.</p> | <p>Попова Н.Г.<br/>Получение 4-аминодифениламина электрохимическим восстановлением щелочных растворов Na-соли 4-нитрозодифениламина</p> | <p>1999</p> |
| <p>54. Докторская диссертация</p>         | <p>Конарев А.А.<br/>Электрохимические мембранные технологии в синтезе полупродуктов для красителей и фармацевтических препаратов</p>    | <p>2009</p> |



Вид из галереи  
с места дежурного  
10/II. 83

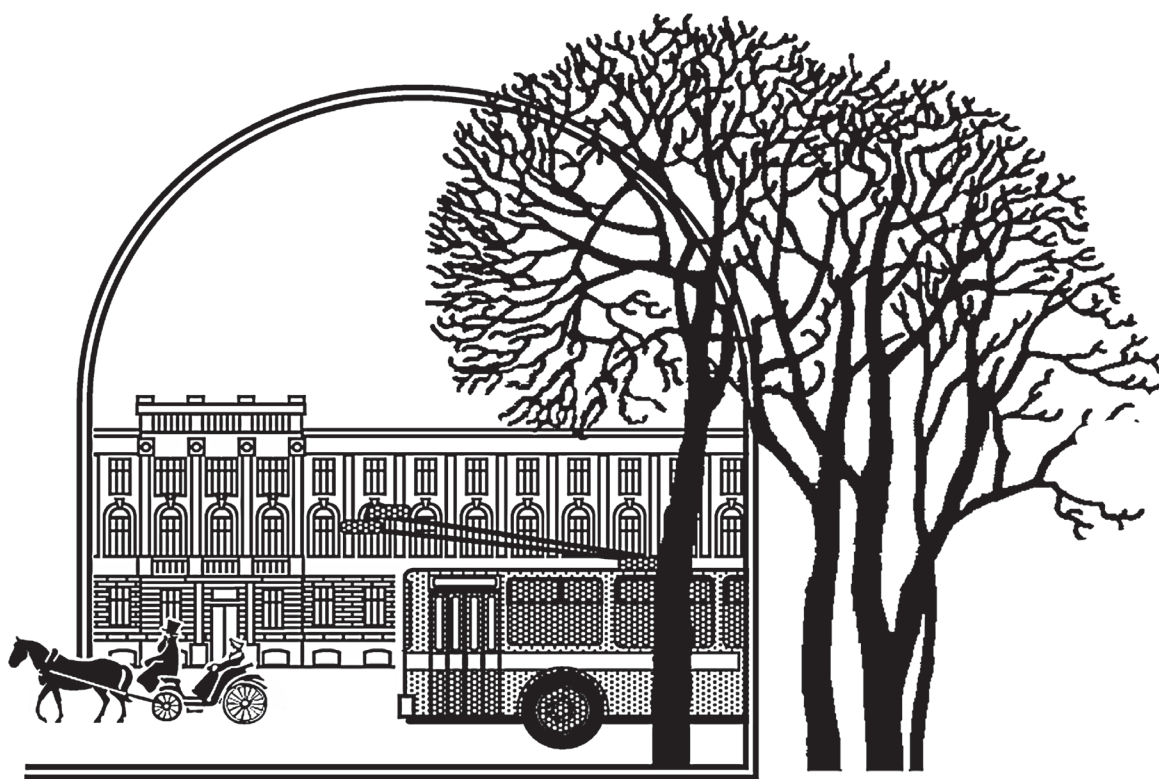
Этот карандашный рисунок, на котором изображен зимний вид внутреннего двора Менделеевки, передали в редакцию «ИВ» сотрудники Информационно-библиотечного центра. Выполнен он работником библиотеки (фамилия уточняется) с места дежурного ИБЦ. Натура, вероятнее всего, уходящая ...



На представленных фотографиях зафиксированы моменты занятий студентов-менделеевцев на военной кафедре (справа - подполковник А. Чигирь) и летних военных сборах. 1980-е







**Центр истории  
РХТУ им. Д.И. Менделеева**



