

*«Нельзя не удивляться, оглядываясь назад, какой огромный шаг сделала органическая химия за время своего существования. Несравненно больше, однако, предстоит ей впереди».*

*А.М. Бутлеров*

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ.  
ИСТОРИЯ И ВЗАИМНАЯ СВЯЗЬ УНИВЕРСИТЕТОВ РОССИИ**

**© И.С.Антипин,<sup>1@</sup> М.А.Казымова<sup>1@</sup>**

<sup>1</sup>*Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
e-mail: iantipin54@yandex.ru, mkazytova@yandex.ru*

**М.А.Кузнецов,<sup>2@</sup> А.В.Васильев,<sup>2,3</sup> М.А.Ищенко,<sup>4</sup> А.А.Кирюшкин,<sup>4</sup> Л.М.Кузнецова,<sup>2</sup>  
С.В.Макаренко,<sup>5</sup> В.А.Островский,<sup>4</sup> М.Л.Петров,<sup>4</sup> О.В.Солод,<sup>6</sup> Ю.Г.Тришин,<sup>7</sup> И.П.Яковлев<sup>8</sup>**

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет, e-mail: m.kuznetsov@spbu.ru*

<sup>3</sup>*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет*

<sup>4</sup>*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)*

<sup>5</sup>*Российский государственный педагогический университет им. А.И.Герцена*

<sup>6</sup>*Санкт-Петербургский Гуманитарный университет профсоюзов*

<sup>7</sup>*Высшая школа технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета  
промышленных технологий и дизайна*

<sup>8</sup>*Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия*

**В.Г.Ненайденко,<sup>9@</sup> Е.К.Белоглазкина,<sup>9@</sup> И.П.Белецкая,<sup>9</sup> Ю.А.Устынюк<sup>9</sup>**

<sup>9</sup>*Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, e-mail: bel@org.chem.msu.ru*

**П.А.Соловьев,<sup>10</sup> И.В.Иванов,<sup>10@</sup> Е.В.Малина,<sup>10</sup> Н.В.Сивова<sup>10</sup>**

<sup>10</sup>*Московский технологический университет (МИТХТ)*

*Институт тонких химических технологий, e-mail: ivanov\_i@mirea.ru*

**В.В.Негребецкий,<sup>11@</sup> Ю.И.Бауков<sup>11</sup>**

<sup>11</sup>*Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И.Пирогова,  
e-mail: nmr\_rsmu@yahoo.com, negrebetski1@rsmu.ru*

**Н.А.Пожарская,<sup>12</sup> В.Ф.Травень,<sup>12</sup> А.Е.Щекотихин<sup>12,13@</sup>**

<sup>12</sup>*Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева, e-mail: shchekotikhin@mail.ru*

<sup>13</sup>*Научно исследовательский институт по изысканию новых антибиотиков им. Г.Ф.Гаузе*

**А.В.Варламов,<sup>14@</sup> Т.Н.Борисова<sup>14</sup>**

<sup>14</sup>*Российский университет дружбы народов, e-mail: avarlatov@sci.pfu.edu.ru*

**Ю.А.Лесина,<sup>15@</sup> Е.А.Краснокутская<sup>15</sup>**

<sup>15</sup>*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, e-mail: lesina@tpu.ru*

**С.И.Рогожников,<sup>16@</sup> С.Н.Шуров<sup>16</sup>**

<sup>16</sup>*Пермский государственный национальный исследовательский университет, e-mail: sir\_rog@mail.ru*

**Т.П.Кустова,<sup>17@</sup> М.В.Клюев<sup>17</sup>**

<sup>17</sup>*Ивановский государственный университет, e-mail: kustova\_t@mail.ru*

**О.Г.Хелевина,<sup>18</sup> П.А.Стужин<sup>18@</sup>**

<sup>18</sup>*Ивановский государственный химико-технологический университет, e-mail: Stuzhin@isuct.ru*

**А.Ю.Федоров,<sup>19</sup> А.В.Гущин,<sup>19@</sup> В.А.Додонов<sup>19</sup>**

<sup>19</sup>*Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского, e-mail: gushchin4@yandex.ru*

**А.В.Колобов,<sup>20,22@</sup> В.В.Плахтинский,<sup>20@</sup> В.Ю.Орлов<sup>21@</sup>**

<sup>20</sup>*Ярославский государственный технический университет, e-mail: plakhtinskiyv@ystu.ru*

<sup>21</sup>*Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова, e-mail: orl@bio.uniyar.ac.ru*

<sup>22</sup>*Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д.Ушинского, e-mail: kolobobav@ystu.ru*

**А.П.Кривенько,<sup>23@</sup> О.В.Федотова,<sup>23</sup> Н.В.Пчелинцева<sup>23</sup>**

<sup>23</sup>*Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского, Институт химии, e-mail: krivenko@info.sgu.ru*

**В.Н.Чарушин,<sup>24@</sup> О.Н.Чупахин<sup>24</sup>**

<sup>24</sup>*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина, e-mail: valery-charushin-562@yandex.ru*

**Ю.Н.Климочкин,<sup>25@</sup> А.Ю.Климочкина,<sup>26</sup> В.Н.Курятников,<sup>26</sup> Ю.А.Малиновская<sup>25@</sup>**

<sup>25</sup>*Самарский государственный технический университет, e-mail: orgchem@samgtu.ru*

<sup>26</sup>*Московский технологический университет, e-mail: sandrrra@mail.ru*

**А.С.Левина,<sup>27</sup> О.Е.Журавлев,<sup>27@</sup> Л.И.Ворончихина<sup>27</sup>**

<sup>27</sup>*Тверской государственный университет, e-mail: Zhuravlev.OE@tversu.ru*

**А.С.Фисюк<sup>28,29@</sup>**

<sup>28</sup>*Омский государственный университет им. Ф.М.Достоевского*

<sup>39</sup>*Омский государственный технический университет, e-mail: fisyuk@chemotmsu.ru*

**А.В.Аксенов,<sup>30@</sup> Н.А.Аксенов,<sup>30</sup> И.В.Аксенова<sup>30</sup>**

<sup>30</sup>*Северо-Кавказский федеральный университет, e-mail: aaksenov@ncfu.ru*

Поступила 14 июня 2017 г.

*В обзоре представлена история развития органической химии в вузах России за период более 170 лет – с момента зарождения органической химии в нашей стране и вплоть до настоящего времени.*

## Содержание

1. Введение.
2. Органическая химия в Казанском университете.
3. Санкт-Петербург. Органическая химия в Северной столице.
4. Органическая химия в Москве.
  - 4.1. История органической химии в Московском университете.
  - 4.2. История органической химии в Московском институте тонких химических технологий.
  - 4.3. Органическая химия на кафедре химии Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И.Пирогова.
  - 4.4. История и научные достижения кафедры органической химии РХТУ им. Д.И.Менделеева.
  - 4.5. История кафедры органической химии Российского университета дружбы народов.
5. Кафедра биотехнологии и органической химии Национального исследовательского Томского политехнического университета.

6. Кафедра органической химии Пермского государственного университета.
7. История органической химии в г. Иваново.
  - 7.1. Органическая химия в г. Иваново в период до 1930 г.
  - 7.2. История органической химии в Ивановском государственном химико-технологическом университете (ИГХТУ).
  - 7.3. История органической химии в Ивановском государственном университете (ИвГУ).
8. Кафедра органической химии химического факультета Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского.
9. Органическая химия в университетах Ярославля.
10. Кафедра органической и биорганической химии Саратовского государственного университета им. Н.Г.Чернышевского.
11. Кафедра органической и биомолекулярной химии Уральского федерального университета (Екатеринбург).
12. Кафедра органической химии Самарского государственного технического университета.
13. Органическая химия в Тверском крае.
14. Кафедра органической химии Омского государственного университета им. Ф.М.Достоевского.
15. Органическая химия в вузах Ставрополя.

## 1. Введение

Предлагаемая вниманию читателя обзорная статья, посвящённая истории возникновения и развития органической химии в университетах России, представляет собой совместный труд многих научных коллективов (30 университет России). Ни один из 58 авторов данного обзора не является профессиональным историком науки, поэтому неудивительно, что основная часть имеющегося в ней фактического материала в той или иной степени известна по биографиям выдающихся химиков-органиков и публикациям отдельных организаций, институтов и кафедр. Однако единой картины, охватывающей основные учебно-научные центры нашей страны, в которых занимались преподаванием и исследованиями в области органической химии, насколько нам известно, до сих пор нет, и это оправдывает появление данной статьи, хотя она не претендует на исчерпывающее освещение всей информации. К сожалению, по независящим от нас причинам в статью не вошли разделы, посвященные развитию органической химии в нескольких ключевых научных центрах России (Астрахань, Владивосток, Волгоград, Иркутск, Новосибирск, Ростов и др.). Мы надеемся, что информация об истории органической химии в этих городах войдет в расширенную версию данного обзора, которую мы планируем издать в дальнейшем в виде монографии. Авторы обзора с радостью примут комментарии и предложения по поводу того, что оказалось за рамками этой статьи, и что следовало бы обязательно отметить в планируемой книге. Поскольку исходные составные части обзора были очень разнородны по стилю и информационному наполнению, не везде удалось их привести «к единому знаменателю», за что авторы просят прощения у читателя. Каждый раздел данного обзора был написан коллегами, представляющими тот или иной университет России.

Описание истории любого предмета всегда ставит перед выбором, что важнее – факты, события или же личности, в них вовлечённые? Очевидно, что это во многом определяется их масштабами – и фактов, и личностей, поэтому стиль изложения может сильно меняться по мере его развития. Работая над обзором, мы хотели проследить внутренние генетические связи и взаимное влияние, которое кафедры и выдающиеся ученые-органики Российских университетов оказывали на развитие друг друга на протяжении всей их истории.

Есть еще один важный аспект, который следует учитывать при анализе исторического развития органической химии в России. После блестящего начала, которому мы обязаны великим предшественникам, в России происходили войны и революции, каждый раз уносившие миллионы жизней и погружавшие страну в голод и разруху. Идеологические препоны и репрессии также внесли свой заметный вклад в изоляцию нашей науки от мировой. Вспомним «железный занавес» и разгром теории резонанса в СССР. Поэтому можно только поражаться тому, как в эти трудные времена наша наука, и в том числе органическая химия, продолжали развиваться. Все это наша история, и мы постарались выступить в роли судей при имевшихся конфликтах. Однако нужно помнить, что колесо истории жестоко проехало по судьбам таких великих химиков, как Ипатьев, Чичибабин, Баландин, Разуваев и многих других. Тем не менее были сохранены лучшие традиции российской органической химии, и в ряде направлений были достижения действительно мирового уровня.

Само понятие «органическая химия» насчитывает чуть более двух веков. По первоначальному определению Берцелиуса (1807 г.), органическая химия – это раздел химии, изучающий вещества, выделенные из организмов и растений. При этом считалось, что эти вещества могут быть получены только в живых системах

благодаря «жизненной силе». Однако в 1828 г. Фридрих Вёлер в Гёттингене впервые получил органическое вещество (мочевину) в результате упаривания водного раствора цианата аммония, в эксперименте, где участие «жизненной силы» (если не считать усилий экспериментатора) очевидным образом исключалось. Таким образом, именно с 1828 г. началась история органической химии как науки, определяемой теперь как химия углеводов и их производных.

За относительно короткое время своего существования в качестве самостоятельной научной дисциплины органическая химия прошла несколько периодов. Хотя выделение отдельных этапов в истории науки всегда весьма условно, как правило, начало каждого нового периода связывают с моментами принципиальных изменений в понятийном аппарате науки, с изменением или сменой парадигмы. Это почти всегда сопровождается перестройкой структуры науки, изменением приоритетов научных исследований, возникновением новых областей применения получаемых научных знаний. Думается, что можно выделить следующие этапы в развитии органической химии.

**Аналитический период и накопление знаний (конец XVIII века–60-ые годы XIX века).** В этот период большинство химиков занимались самыми разными химическими и физическими проблемами. По существу, *все научное сообщество естествоиспытателей было еще единым*. Поэтому трудно говорить о междисциплинарных связях органической химии в аналитический период ее развития.

**Период становления и развития классической структурной теории (1861–1914 г.).** Методический арсенал органической химии в период становления и развития структурной теории существенно расширился и улучшился. Были усовершенствованы методы выделения, очистки и идентификации веществ, а также методы количественного анализа. В соответствии с главной идеей Бутлерова, основными методами определения стали метод последовательной деградации сложных молекул до более простых и метод «встречного» синтеза.

*Органический синтез стал основным направлением исследований.* Были разработаны основные методы построения углеродных скелетов, введения и трансформации функциональных групп, описаны и проанализированы закономерности протекания химических реакций. В этот период в лабораториях были получены тысячи веществ, относящихся ко всем классам моно- и полифункциональных соединений. Из природных источников были выделены и охарактеризованы основные типы сложных биомолекул.

Именно в этот период наметились заметные изменения в структуре органической химии. Началось формирование в ней крупных самостоятельных областей, таких как химия нефти, химия углеводов, химия гетероциклических соединений, химия красителей и др. Полученные химиками-органиками в этот период знания послужили основой создания большого количества химических технологий и быстро развивающейся химической промышленности.

**Период физической органической химии (1914 г.–середина 70-ых г. XX века).** Этот период, охватывающий две мировые войны, стал ключевым в становлении современной органической химии и в завершении построения ее основ. Сотни блестящих ученых внесли свой вклад в эту гигантскую работу. В короткий период с начала до середины XX века была разработана и развита квантовая механика, ставшая основой для развития квантовой химии. Новые данные физико-химических методов, полученные в этот период, привели к полному изменению смысла термина «*химическое строение*» в органической химии. Статические модели оказались непригодными для описания явлений таутомерии и свойств многих классов так называемых стереохимически нежестких молекул. В связи с этим были разработаны динамические модели строения молекул. Получила развитие фотохимия органических молекул, изучающая их электронно-возбужденные состояния.

В период физической органической химии *произошла дальнейшая специализация и разделение органической химии* на самостоятельные области, вплоть до их выделения. Отпочковалась химия высокомолекулярных соединений. На границе с биологией бурно развивались и затем выделились биоорганическая химия, биохимия и молекулярная биология. На границе с неорганической химией возникла и выделилась химия элементо-органических соединений.

Произошла полная химизация сельского хозяйства, пищевой промышленности, производства синтетических моющих средств, пластиков и полимерных материалов, энергетического комплекса. Промышленность тяжелого и тонкого органического синтеза стала важнейшей отраслью экономики развитых стран.

**Современный период (с середины 70-ых г. XX века).** К середине 70-ых г. XX века методический арсенал и теоретическая база органической химии достигли той степени развития, при которой эффективное решение задач на молекулярном уровне любой мыслимой степени сложности зачастую стало чисто технической пробле-

мой. Появился ряд новых методов химических исследований. Разрешающая способность и чувствительность всех спектральных методов улучшились на порядок и более. Появилась возможность изучения с помощью физических методов механизмов протекания химических реакций, в том числе непосредственного наблюдения короткоживущих высокорационных интермедиатов. Была разработана новая конвергентная стратегия планирования сложных органических синтезов, основанная на ретросинтетическом анализе, который часто выполняется с помощью компьютеров. Использование хиральных лигандов и комплексов переходных металлов открыло возможность осуществления каталитических энантиоселективных синтезов с получением чистых оптических изомеров. Разработаны многие «каскадные», или «домино»-реакции, при которых в одну стадию осуществляется построение сложных полициклических и каркасных структур при строгом стереохимическом контроле. Установление последовательности мономерных звеньев в сложных биополимерах (белки, нуклеиновые кислоты) и синтез этих биомакромолекул стали полностью автоматизированными.

Органический синтез стал более ориентированным на решение практических задач. При этом часто химик-синтетик первоначально определяет с помощью теоретического расчета или с использованием эмпирических закономерностей, связывающих структуру и свойства, какое именно вещество должно обладать нужным комплексом свойств, и лишь затем приступает к его синтезу. Широкое распространение получили вычислительные методы квантовой химии. Новые исследовательские возможности открыли для химиков-органиков перспективы перехода от изучения отдельных молекул к исследованию сложно организованных супрамолекулярных структур.

Эти условно выделенные периоды отчетливо прослеживаются по тематике исследований, структуре и учебному процессу в Российских университетах. Разделы обзора расположены в хронологическом порядке – в соответствии с «возрастом» органической химии в том или ином университете. Открывает его история органической химии в колыбели российской и мировой органической химии – Казани, где в трудах Александра Михайловича Бутлерова появилось такое понятие, как органическая химия, и где в 1844 г. был открыт элемент таблицы Менделеева – **рутений**. Завершает обзор раздел, посвященный самым «молодым» с точки зрения органической химии из упомянутых вузов – Ставропольским.

## 2. Органическая химия в Казанском университете

История становления и развития органической химии в России насчитывает менее двухсот лет. Она фактически началась в первой половине XIX века. В это время в различных городах России открывались новые университеты и создавались научные общества. После создания в 1755 г. Московского университета были восстановлены университеты в Дерпте (ныне Тарту) и Вильнюсе (1802–1803 г.), открылись университеты в Казани (1804 г.), Харькове (1805 г.), Петербурге (1819 г.), Киеве (1833 г.). С открытием университетов начался новый период в развитии химии и особенно органической химии в России – период университетской науки, характеризующийся появлением российской профессуры, российских учебников и журналов по химии, прекрасно оснащенных на то время химических лабораторий.

Во второй половине XIX столетия в университетах начали формироваться научные школы, чего до этого времени не было. И здесь, конечно, следует отметить роль Казанского университета и Казанской химической школы как «колыбели органической химии» в России [1, 2]. Становление научно-педагогической школы в Казанском университете связано с деятельностью **Карла Карловича Клауса** (1796–1864 г.), **Николая Николаевича Зинина** (1812–1880 г.), их ученика **Александра Михайловича Бутлерова** (1828–1886 г.). О значении деятельности А.М.Бутлерова стоит привести замечательные слова академика А.Е.Фаворского, сказанные в Казани в 1928 г. на V Менделеевском съезде, посвященном столетию со дня рождения А.М.Бутлерова: «*Воспитав Бутлерова, дав возможность развиваться его талантам, Казанский университет тем самым оказал русской химии услугу, как ни один из других университетов, и он по справедливости может быть назван колыбелью русской химии*» [3].

История развития химии в Казанском университете изучается уже на протяжении многих лет и достаточно полно и обстоятельно представлена в многочисленных обзорах, статьях, монографиях. Особое место занимают монографии и сборники А.Е. и Б.А.Арбузовых [4–7]. Библиография трудов А.Е.Арбузова по истории химии насчитывает более 50 источников. Это и стенограммы публичных выступлений, и обзоры в книгах «Люди русской науки», и статьи в научных журналах. Середина прошлого столетия связана с именами Г.В.Быкова [8, 9] и А.С.Ключевича [10–12], которые опубликовали много интересных, ранее неизвестных фактов по исто-

рии химии в Казани. Интерес к изучению истории химии в Казанском университете не угасает и в наши дни. К 200-летию Казанского университета (2004 г.) была опубликована целая серия статей, книг, брошюр, посвященных химикам XIX и XX веков [13–16], в том числе статья академика А.И.Коновалова [17]. Уникальными изданиями стали книги профессора Казанского университета А.В.Захарова [18–21]. Автор скрупулезно работал с архивными документами, в его книгах приведены как ранее неизвестные сведения о развитии самого университета и химического факультета, так и интересные факты из жизни «персоналий». Интерес к Казанской школе химиков проявляют и зарубежные исследователи. Прекрасная серия работ, посвященная истории российской химии, была опубликована известным американским историком химии, профессором университета Висконсин О'Клер (США) Дэвидом Льюисом; в 2016 г. она была переведена на русский язык и издана в виде отдельной книги [22].\*

Огромное наследие казанских химиков-органиков невозможно описать в одном обзоре, поэтому задачей данной публикации является лишь привлечение внимания научной общественности, молодых химиков-органиков к истории, побуждение интереса к прошлому и настоящему химической науки в России, к пониманию значения современной науки в развитии общества. Вся история существования химии, как в принципе и любой другой науки, говорит о том, что без развития науки ни одна страна не может успешно развиваться.

*«Легко и привольно живет наука там, где она окружена полным сочувствием общества. Рассчитывать на это сочувствие наука может, если общество достаточно сближено с нею. Оно не считает тогда ее интересы чужими и сознает, что в науке лежит лучший источник его сил, что путь знания и путь развития, в каком бы то ни было направлении всегда между собой совпадают. Для сближения нужно знакомство общества с целями науки и со средствами, которыми она их достигает; обществу нужна уверенность, что избранный наукою путь действительно плодотворен. С этой целью я решаюсь сегодня обратить ваше просвещенное внимание на мою науку. Говорить, собственно, о пользе результатов, достигаемых химией, казалось бы, излишне. Заслуги ее, по-видимому, признаны всеми; каждому известно, насколько обязана промышленность ее успехам, каждый готов назвать химию и чрезвычайно полезною, и крайне интересною наукою...».* Это цитата из речи Александра Михайловича Бутлерова на торжественном заседании Академии наук 29 декабря 1870 г. Как актуально звучат эти слова, написанные почти 150 лет назад великим русским химиком, и в наши дни!

Начало зарождения Казанской школы химии связывают с именами двух ученых: Карла Карловича Клауса и Николая Николаевича Зинина, способствовавших появлению в России плеяды молодых химиков-органиков, которые осуществили, по словам историка химии профессора Дэвида Льюиса, «русское вторжение... в химию» [23]. В таблице представлены выпускники Казанского университета, создавшие во второй половине XIX века–первой половине XX века свои научные школы.

**Таблица**

Выпускники Казанского университета и их научные школы (вторая половина XIX–первая половина XX века) [3].

	Казань	Санкт-Петербург	Москва	Варшава	Киев	Харьков
Н.И.Зинин	1835–1847 г.	1847–1880 г.				
А.М.Бутлеров	1850–1868 г.	1868–1893 г.				
В.В.Марковников	1860–1871 г.		1873–1904 г.			
А.М.Зайцев	1865–1910 г.					
А.Н.Попов	1865–1869 г.			1869–1881 г.		
Е.Е.Вагнер	1874–1875 г.			1886–1903 г.		
С.Н.Реформатский	1882–1891 г.				1891–1934 г.	
А.Н.Реформатский	1888–1989 г.		1889–1937 г.			
А.А.Альбицкий	1882–1903 г.					1903–1920 г.
А.Е.Арбузов	1911–1968 г.					

\*Обширная информация о развитии органической химии в Казанском университете доступна в сети Интернет. В частности, на странице музея Казанской химической школы <http://kpfu.ru/museums/muzej-kazanskoj-himicheskoj-shkoly>, Казанского федерального университета <http://old.kpfu.ru/science/kch/page1.htm>, а также ресурсов <http://пуста.рф/article.php?nid=11947>, [www.chem.msu.su/rus/library/trifonov/kazan-school.html](http://www.chem.msu.su/rus/library/trifonov/kazan-school.html) и др.



**Карл Карлович Клаус** (1796–1864 г.) в 1821 г. переехал в Казань из Саратова, имея звание аптекаря, полученное в Петербургской медико-хирургической академии в 1817 г., открыл собственную аптеку и участвовал в экспедициях в качестве ботаника. Неожиданно, в 1830 г. он резко изменил приоритет в своих научных увлечениях и стал лаборантом в кабинете химии Казанского университета. Однако из-за свирепствовавшей эпидемии холеры его направили снова в Саратов, где он работал в аптеке в качестве провизора. После этого он принял решение продолжить изучение химии, но не в Казанском университете, где оно было поставлено в то время крайне слабо, а в университете г. Дерпт (ныне Тарту). В 1835 г. Клаус сдал экзамен на

степень кандидата философии (звание окончившего университет), а в 1837 г. защитил диссертацию «Основы аналитической фитохимии». 1 Августа 1837 г. он стал адъюнктом фармации в Казанском университете. Примечательно, что с этого дня был уволен под предлогом упразднения кафедры технологии профессор И.И. Дунаев, который преподавал и химию, но имел по ней только три публикации по анализу воды, и то не в научных журналах (*в то время тоже смотрели на количество публикаций!*). В этом же году Клаусу было передано заведование химической лабораторией и поручено чтение лекций по химии, как неорганической, так и органической.

Тогда же завершилось строительство целого комплекса зданий во дворе университета, в том числе и здания химической лаборатории. Новая химическая лаборатория, не уступавшая, по мнению Клауса, лучшим зарубежным лабораториям, способствовала развитию химической науки в Казани. К лаборатории примыкала аудитория, устроенная амфитеатром. Эта историческая аудитория, названная впоследствии Бутлеровской, функционирует и в настоящее время: здесь проходят заседания ученого совета по защите диссертаций, различные конференции и занятия студентов.



Здание старой химической лаборатории.



Бутлеровская аудитория. Снимок конца XIX века.

В 1839 г. Клаус был утвержден в степени доктора философии и в звании экстраординарного профессора, а в 1843 г. он был избран ординарным профессором химии. В 1850 г. из-за ухудшения здоровья Клаус дал рекомендацию к чтению лекций молодому Александру Бутлерову, далее он настоятельно просил руководство университета оставить А.М. Бутлерова при университете. Интересен факт, что в эти годы Бутлеров читал лекции по неорганической химии, а Клаус – по органической. В 1851 г. Клаус вновь уехал в Дерпт. Там, по его мнению, были лучше и условия для работы, и моральная обстановка. Но позднее Клаус писал Бутлерову, что Казань является «центром умственного движения в России».

Общее количество научных работ Клауса невелико, но они очень разнообразны по тематике. Много монографий по ботанике, фитохимии. Большая статья Клауса «Об отношении камфоры к галоидам» (1842 г.) считается начальным этапом по изучению терпеновых углеводов, которые позднее изучали казанские химики (Бутлеров, Флавицкий, Вагнер, Арбузовы). Из 16 известных публикаций половина относится к исследованиям металлов платиновой группы. Именно работы в этой области принесли Клаусу и Казанскому университету мировую известность.

Проблема отходов при переработке платиновой руды стояла остро в России в начале XIX века. В 1828 г. министр финансов России Е.Ф. Канкрин разослал образцы платиновых руд зарубежным и русским химикам для полного исследования. В анализе участвовали Берцелиус, профессор Дерптского университета Г.Ф. Озанна. Подключился к исследованиям и научной полемике с Берцелиусом и Клаус. В отличие от Берцелиуса, Клаус

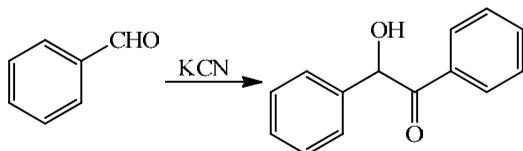
имел дело с «платиновыми остатками» – той нерастворимой частью платиновой руды, которая оставалась после обработки царской водкой. Эти остатки нужно было перевести в раствор, а затем разделить платиновые металлы, несмотря на большую близость их химических свойств и недостаточную изученность. Он с упорством анализировал «остатки»: за два года работы удалось получить 6 г рутения, приготовить и изучить его окислы, сернистые, хлористые соединения, несколько двойных солей и определить с высокой точностью атомный вес элемента. В «Ученых записках Казанского университета» за 1884 г. Клаус опубликовал большую статью «Химическое исследование остатков уральской платиновой руды и металла рутения». Извлечение из этой статьи Клауса было опубликовано Шведской Академией наук в 1845 г., а затем Берцелиус поместил подробнейший реферат в своем «Годичном сообщении об успехах химии и минералогии». Новый, 57 химический элемент был признан. До сих пор в музее Казанской химической школы находятся оригиналы платиновых металлов и их соединений, в том числе и препараты рутения.



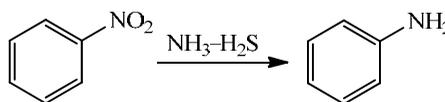
**Николай Николаевич Зинин** (1812–1880 г.) одновременно с К.К.Клаусом работал в стенах химической лаборатории Казанского университета, после окончания в 1833 г. математического отделения физико-математического факультета Казанского университета со степенью кандидата и золотой медалью за представленный трактат «О пертурбациях эллиптического движения планет». В 1835 г. научная судьба Н.Н.Зинина круто изменилась. Ректор университета Н.И.Лобачевский поручил ему читать курс лекций по химии и рекомендовал заняться магистерской диссертацией по химии. Магистерскую диссертацию на предложенную тему «О явлениях химического родства» Зинин написал за год и блестяще защитил ее в октябре 1836 г.

В 1837 г. Зинин был утвержден адъюнктом химии и командирован за границу для подготовки к профессорскому званию. Пребывание за границей, слушание лекций знаменитых ученых и экспериментальные занятия в лабораториях Берлина и Гиссена были очень плодотворными для ученого. Главное знакомство с методами лабораторного исследования Зинин получил в Гиссенской лаборатории под руководством Ю.Либиха. Вернувшись из-за границы, Н.Н.Зинин в январе 1841 г. в Петербурге блестяще защитил докторскую диссертацию, выполненную в лаборатории Ю.Либиха, на тему «О соединениях бензоила и об открытых новых телах, относящихся к бензоиловому ряду». Считается, что в своей диссертации Зинин близко подошел к современным представлениям о катализе, описал участие катализатора в промежуточных стадиях реакции. С весны 1841 г. Н.Н.Зинин работал экстраординарным профессором, но не по кафедре химии, которую тогда возглавлял Клаус, а по кафедре химической технологии. Фактически же Н.Н.Зинин с самого начала вместе с К.К.Клаусом преподавал химию. Н.Н.Зинин был не только прекрасным экспериментатором, но и блестящим педагогом. Лекции и практические занятия Зинина привлекали внимание большого количества студентов, в числе которых позднее оказался и А.М.Бутлеров. С 1845 г. Зинин стал ординарным профессором по кафедре химической технологии.

Весь казанский период Н.Н.Зинин продолжал заниматься научными исследованиями в области превращения ароматических соединений. Он разработал метод получения бензоина из бензальдегида в присутствии цианида калия и дибензила окислением бензоина азотной кислотой (1841 г.). Восстанавливая нитробензол сероводородом, он получил в 1841 г. анилин.



Бензоиновая конденсация.



Получение анилина восстановлением нитробензола сероводородом.

В 1842–1844 г. Зинин опубликовал получение  $\alpha$ -аминонафталина, нафтилендиамина и фенилендиамина из соответствующих нитропроизводных [24–26]. Таким образом, был открыт общий метод получения аминопроизводных из органических нитросоединений, который в дальнейшем широко использовался для синтеза не только синтетических красителей, но и многих фармацевтических препаратов, душистых и взрывчатых веществ и т.д. В 1880 г. в речи, посвященной памяти Зинина, немецкий химик А.В.Гофман – один из создателей промышленности красителей в Германии – признал, что «если бы Зинин не сделал ничего более, кроме превращения нитробензола в анилин, то его имя и тогда осталось бы записанным золотыми буквами в истории химии» [27]. Блестящим завершением казанского периода деятельности Н.Н.Зинина стала открытая в 1845 г. бензидиновая перегруппировка. В Казани Зинин оставался до 1847 г., когда он получил приглашение на кафедру химии в Петербургской медико-хирургической академии.



**Модест Яковлевич Киттары** (1824–1880 г.) в 1844 г. окончил Казанский университет и был оставлен лаборантом технической и химической лаборатории. Помогая Зинину в проведении лабораторных опытов, он проявил себя как талантливый технолог (в частности, предлагал изменения конструкций химических аппаратов и пытался повысить эффективность опытов). Зинин определил дальнейшую судьбу Модеста Яковлевича: «*Вы рождены быть технологом, у вас есть чутье и способности*». И действительно, хотя магистерскую диссертацию Киттары защитил по зоологии, а в 1847 г. получил степень доктора естественных наук по зооанатомии, в дальнейшем вся жизнь его была связана с химической технологией. В 1848 г. он сменил уехавшего из Казани Зинина на посту заведующего кафедрой технологии и заведовал ею до 1857 г. В 1850 г. он получил профессорское звание по кафедре технологии за сочинение «О мыловаренном производстве в заводах Казанской губернии» и стал экстраординарным профессором, а с 1853 г. – ординарным профессором Казанского университета.

Обладая высокой эрудицией, ораторским талантом, Киттары заслужил огромный авторитет среди студентов. Кроме того, он выступал в роли популяризатора науки, читая публичные лекции по технологии и экономике в городе. Огромная заслуга Киттары состоит в том, что он составил проект, по которому братья Крестовниковы построили в Казани 1855 г. стеариново-свечной завод, вскоре ставший одним из крупнейших в России в отрасли переработки жиров. В 1873 г. А.М.Бутлеров отметил, что завод братьев Крестовниковых был первым в Казани заводом, «*который возник на совершенно рациональных началах науки*». В дальнейшем под влиянием Киттары и его учеников на многих фабриках и заводах региона были введены новейшие, улучшенные способы производства. Кроме того, М.Я.Киттары был активным участником Казанского экономического общества, при этом основал журнал общества и был его редактором, и опубликовал в нём свыше ста пятидесяти статей по свечному, мыловаренному, кожевенному и другим видам производств, а также по пчеловодству и садоводству. Известность его проникла в среду московских купцов и фабрикантов; в 1857 г. по их ходатайству в Московском университете была открыта кафедра технологии, на которую и был приглашен Киттары. На этом и закончился казанский этап научных исследований М.Я.Киттары.



**Александр Михайлович Бутлеров** (1828–1886 г.) поступил в 1845 г. в Казанский университет и первое время больше внимания уделял ботанике и зоологии; не удивительно, что его первая диссертация была написана на тему «Дневные бабочки Волжско-Уральской фауны». Огромное влияние на интерес Бутлерова к химии оказали два выдающихся представителя казанской химической школы: К.К.Клаус и Н.Н.Зинин. Пользуясь в лаборатории и руководством Клауса, и советами Зинина, Бутлеров успешно овладел искусством органического синтеза и проникся их любовью к химическим исследованиям. После отъезда Зинина в 1847 г. в Петербург Бутлеров сотрудничал в основном с Клаусом, который рекомендовал оставить его при университете для подготовки к профессорскому званию по кафедре химии. И уже в феврале 1851 г. Бутлеровым была защищена магистерская диссертация «Об окислении органических соединений». В 1852 г. К.К.Клаус вернулся в Дерптский университет, и вся тяжесть преподавания химии в Казанском университете легла на плечи А.М.Бутлерова. Это были самые напряженные годы работы, т.к. параллельно с преподаванием он интенсивно занимался научной работой и заканчивал докторскую диссертацию «Об эфирных маслах», которая была успешно защищена в Московском университете в 1854 г. В 1858 г. Бутлеров был утвержден в должности ординарного профессора Казанского университета. Ему было 30 лет.

Результаты научной работы в последующий период значительны: в 1859 г. был открыт диоксиметилен (полимер формальдегида), в следующем году – гексаметилентетрамин. В 1861 г. Бутлеров сделал замечательное в истории химии открытие: при действии известковой воды на полимер формальдегида получил сахаристое вещество, названное им *метилениланом*.

В то время А.М.Бутлеров, как и его учитель Н.Н.Зинин, придерживался взглядов Ш.Жерара и О.Лорана, но постепенно пришел к выводу, что типические формулы тесны для фактического состояния химии того времени.

В 1857 г. А.М.Бутлеров выехал в годичную командировку за границу, в Западную Европу. Он посетил все лучшие лаборатории Германии, Франции, Швейцарии, Италии, познакомился с Г.Кольбе, А.Кекуле, Р.Бунзеном, Э.Эрленмейером и другими западноевропейскими учеными. Но большую часть времени он провел в Париже в лаборатории А.Вюрца и, что особенно важно, стал членом Парижского химического общества, где в то время обсуждались все насущные проблемы химии. Бутлеров был избран членом Общества 22 декабря 1857 г. Через две недели членом Парижского химического общества стал А.Купер.

А.М.Бутлеров принимал активное участие в деятельности Общества и 17 февраля 1858 г. сделал доклад «О строении тел». А.Купер присутствовал на докладе А.Бутлерова, и через некоторое время представил Обществу свой доклад, который состоялся 23 июня 1858 г., но А.Бутлеров к тому времени уже покинул Париж. Доработанный текст доклада А.Купера в виде статьи «О новой химической теории» [28] был опубликован на французском, немецком и английском языках в 1858 г. Больше А.Купер никогда не публиковался. В апреле 1858 г. была опубликована статья А.Кекуле «О конституции и превращениях химических соединений и о химической природе углерода» [29]. В обеих работах были изложены две ключевые идеи: 1) атом углерода, основа органических соединений, четырехвалентен; 2) концепция катенации, т.е. атомы углерода в молекулах органических веществ могут соединяться друг с другом, что и обеспечивает многообразие органических соединений. А.Кекуле написал учебник по органической химии, первый выпуск которого был издан в 1859 г. на основе теории типов Жерара.

К началу 1860 г. Бутлеров в основном определился в своих воззрениях, так как, по свидетельству В.В.Марковникова, курс по органической химии 1860–1861 учебного года он читал уже на основе теории химического строения. 19 сентября 1861 г. в немецком городе Шпейер на 36 съезде немецких врачей и естествоиспытателей молодой тридцатитрехлетний профессор Казанского университета А.М.Бутлеров выступил с докладом «О строении веществ» [30], в котором впервые изложил исходные положения своих взглядов о химическом строении веществ. Принципиально важно, что впервые Бутлеров предложил ввести термин **химическая структура** или **химическое строение**.

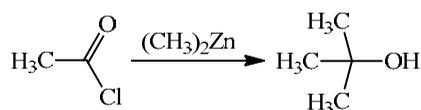
Основы этой теории он сформулировал следующим образом:

1) «*Полагая, что каждому химическому атому свойственно лишь определённое и ограниченное количество химической силы (сродства), с которой он принимает участие в образовании тела, я назвал бы химическим строением эту химическую связь, или способ взаимного соединения атомов в сложном теле*»;

2) «*... химическая натура сложной частицы определяется натурой элементарных составных частей, количеством их и химическим строением*».

Возвратившись в Казань, А.М.Бутлеров приступил к исследованиям, в которых теория химического строения служила путеводной звездой. Это работы по объяснению, доказательству, предсказанию изомерии и, что крайне важно, синтезу неизвестных ранее, но следующих из теории изомеров. В 1863–1864 г. публикуются статьи «О различных объяснениях некоторых случаев изомерии», «О третичном псевдобутильном спирте», «О систематическом применении принципа атомности для предсказания случаев изомерии и метамерии».

Принципиальное значение имела работа «О третичном псевдобутильном спирте» [31–33], в которой А.М.Бутлеров описал реакцию получения третичных спиртов взаимодействием хлорангидридов кислот и диалкильными производными цинка (**реакция Бутлерова**), которая вплоть до открытия реакции Гриньяра тридцатью годами позже оставалась единственным надежным методом получения данных веществ.



Реакция Бутлерова.

Это этапные статьи в развитии идей теории химического строения. Одновременно в этот период А.М.Бутлеров приступил к написанию учебника «Введение к полному изучению органической химии». Первый выпуск учебника на русском языке был издан в 1864 г. Полностью издание было завершено в 1866 г., а в 1867–1868 г. в Лейпциге учебник был издан на немецком языке. В нем А.М.Бутлеров на основе теории химического строения выводит ряды всех спиртов. Метиловый и этиловый спирты не могут иметь изомеров. А вот начиная с пропиловых спиртов, появляются изомеры. А.М.Бутлеров в своем рассмотрении останавливался на амиловых спиртах, ибо дальше количество изомеров возрастает лавинообразно. Он делал вывод, «*что имеющиеся налицо факты позволяют предположить существование очень большого количества изомерных алкоholes ... Теория здесь идет, следовательно, дальше, чем опыты ...*». И он был прав, его ученики полностью подтвердили справедливость этих слов.

Издание бутлеровского учебника – это историческое событие в химии. Впервые в мире был издан учебник, который не только основывался на теории химического строения, он был пронизан насквозь этой теорией. Идеи теории химического строения последовательно проводились через все классы органических соединений. Такого учебника до А.М.Бутлерова не было.

В мае 1868 г., когда Бутлеров был в третьей заграничной командировке, по представлению Д.И.Менделеева его избрали ординарным профессором Петербургского университета. Переход в столичный университет отвечал желаниям Бутлерова, и он передал кафедру и лабораторию своему преемнику В.В.Марковникову.

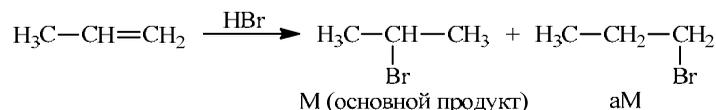


**Владимир Васильевич Марковников** (1837–1904 г., см. также раздел 4.1) был первым и, считается, наиболее талантливым учеником Бутлерова. Он был не только его учеником, но и соратником, обладая острым аналитическим умом, экспериментальным мастерством, главным продолжателем развития теории строения Бутлерова. Интересно отметить, что, как и многие химики, он сначала поступил на камеральное отделение юридического факультета Казанского университета, но на третьем курсе начал слушать лекции Бутлерова, только что вернувшегося из заграничной командировки, и одновременно заниматься в химической лаборатории. По окончании университета (1860 г.) по представлению Бутлерова он был оставлен лаборантом, но уже с 1862 г. читал лекции по неорганической, а позднее – по аналитической химии. В 1865 г. он блестяще защитил магистерскую диссертацию «Об изомерии органических соединений», в которой впервые показал существование изомерии среди насыщенных (жирных) кислот. Ему удалось синтезировать изомасляную кислоту, предсказанную теорией строения.

Далее последовали два года командировки в Германию, некоторое время он работал в лаборатории Г.Кольбе в Лейпциге. «Уже в первый год по приезду в Германию я убедился, что казанская лаборатория в теоретическом отношении далеко опередила все лаборатории Германии, курсы же лекций были элементарными. Не особо много пришлось пользоваться и практическими указаниями профессоров, и если я остался в германских лабораториях, то лишь потому, что за границей вся жизнь сложена так, чтобы время тратилось более производительно» [5] (как это актуально и сейчас!). С января 1868 г. после отъезда Бутлерова в Петербург Марковников заведовал кафедрой химии и начал исследование эффектов ориентации в реакциях присоединения. Весной 1869 г. успешно защитил диссертацию «Материалы по вопросу о взаимном влиянии атомов в химических соединениях», а затем опубликовал эту работу в первом томе Журнала Русского химического общества (ЖРХО) [34].

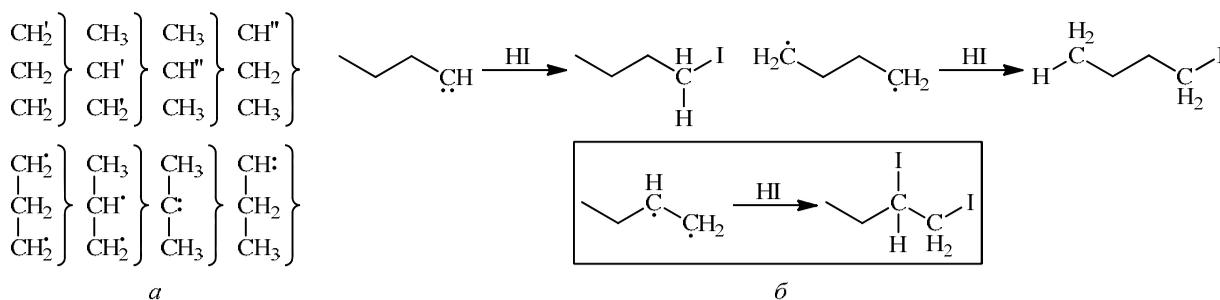
Основной закон влияния В.В.Марковников формулирует так: «Как скоро какой-либо элемент соединяется с другим, то он получает способность соединяться преимущественно с тем же элементом или близким к нему по химическому характеру, если только он в этом случае способен вообще к дальнейшему соединению... Характер элементов в соединениях обуславливается не только элементами, связанными с этим непосредственно, но также и теми, которые удерживаются с ним в одной химической системе только посредством какого-либо многоатомного элемента». Вслед за Бутлеровым Марковников считал, что сродство атомов элементов сильно влияет на сродство атомов связанных с ними элементов. Например, в оксиде углерода(IV) атом кислорода насыщает все сродство атома углерода и тем самым препятствует образованию других его соединений. Напротив, водород и хлор при соединении с углеродом «придают остальному его сродству сильное стремление к дальнейшему соединению», в результате чего может образоваться «уплотненная частица с большим содержанием углерода». В докторской диссертации Марковников отметил, что это влияние передается «вдоль общей цепи химического действия, удерживающей все элементы в частице».

На основе обширного экспериментального материала Марковников установил ряд закономерностей, касающихся зависимости направления реакций замещения, отщепления, присоединения по двойной связи и изомеризации от химического строения, которые, в частности, привели к формулировке, известной как **правило Марковникова** [35, 36]: галогеноводород присоединяется к двойной связи так, чтобы водород шел к углероду, имеющему большее количество водорода.



Правило Марковникова на примере присоединения HBr к пропену.

Марковников также показал особенности двойных и тройных связей в непредельных соединениях, состоящие в их большей прочности по сравнению с одинарными связями, но не в эквивалентности двум или трём простым связям. Показательны рассуждения Марковникова о двойной связи. Так, им теоретически были предложены четыре возможных структуры для пропилена, различающиеся распределением «ненасыщенных углеводородных атомов» в молекуле. Они соответствуют современным структурам циклопропана, пропена и двум изомерным карбенам.



Возможное распределение «ненасыщенных» атомов углерода в пропилене (а) и доказательство их расположения у соседних атомов (б).

Экспериментально установленный факт образования в основном 2-иодбутана в реакции присоединения HI к бутену-1 однозначно свидетельствовал о том, что обе «ненасыщенности» располагаются на соседних атомах углерода, а не на одном атоме углерода или на концах цепи.

Вклад в развитие отечественной науки Марковникова еще и в том, что он был активным популяризатором науки, одним из создателей в 1868 г. Русского химического общества. К этому времени химические общества уже были учреждены в нескольких европейских странах: Лондонское химическое общество (1841 г.), Парижское химическое общество (1857 г.), Немецкое химическое общество (1867 г.). Американское химическое общество было основано в 1876 г.

О необходимости создания Общества было заявлено на I Съезде русских естествоиспытателей и врачей, состоявшемся в Санкт-Петербурге в конце декабря 1867–начале января 1868 г. На Съезде было оглашено решение участников Химической секции: «Химическая секция заявила единодушное желание соединиться в Химическое общество для общения уже сложившихся сил русских химиков. Секция полагает, что это общество будет иметь членов во всех городах России, и что его издание будет включать труды всех русских химиков, печатаемые на русском языке». Большинство трудов Марковникова, особенно его теоретические работы, вышли в свет только на русском языке. Он был патриотом России и публиковал свои лучшие работы только в русских журналах, стремился повысить значимость русской химии в мире.

Однако очень успешная научная и педагогическая карьера в Казани вскоре прервалась. В конце 1871 г. против несправедливого увольнения профессора П.Ф.Лесгафта, любимца студентов, выступили с протестом и подали заявления об отставке несколько профессоров Казанского университета, в числе которых был и В.В.Марковников. В 1871–1872 г. Марковников был профессором Новороссийского университета в Одессе, где читал лекции по органической химии, заведовал химической лабораторией и затем получил предложение Совета Новороссийского университета занять кафедру химии. Но в 1872 г. после долгих размышлений В.В.Марковников принял предложение переехать в Москву (см. далее раздел 4.1).

**Александр Никифорович Попов** (1840–1881 г.), по мнению современников, был самым близким учеником и последователем А.М.Бутлерова. В 1861 г. А.Попов был зачислен на камеральное отделение Казанского университета, но очень быстро увлекся химией. Он окончил университет в 1865 г. с представлением кандидатской диссертации «По поводу сродства углеродного атома (пая)». В это же время она была напечатана в немецком и французском журналах под названием «Об изомерии кетонов». В этой статье опровергалось мнение немецкого химика Г.Кольбе о неравноценности «единицы сродства» (валентностей) углерода и других элементов. Согласно его представлениям, кетон, полученный разными методами, должен представлять два изомера. Попов опроверг это утверждение, получив метилэтилкетон разными методами и доказав при этом, что оба кетона при окислении дают одинаковые продукты, т.е. все четыре единицы сродства (валентности углеродного атома) тождественны. Эта работа стала еще одним блестящим подтверждением теории Бутлерова.

По рекомендации Бутлерова А.Н.Попов был оставлен в университете, где он продолжил работы по окислению органических соединений хромовой смесью. В марте 1869 г. Попов защитил магистерскую диссертацию «Об окислении одноатомных кетонов», в которой сформулировал известное правило окисления кетонов, вошедшее в науку под названием **правило Попова**, согласно которому при окислении разрываются связи между карбонильной группой и одним из соседних с ней атомов углеродного заместителя, причём природа заместителя влияет на место разрыва и состав продуктов окисления.



Однако продолжать свою работу в Казани Попов не мог из-за отсутствия вакансии. По рекомендации Бутлерова в 1869 г., в год основания Варшавского университета, он был переведен в этот университет на должность экстраординарного профессора, где продолжил изучать реакции окисления. Докторская диссертация «О законности окисления кетонов» была защищена в Петербургском университете в 1872 г.



**Флавиан Михайлович Флавицкий** (1848–1917 г.) принадлежит к числу выдающихся представителей казанской школы химиков и учеников Бутлерова. После окончания Харьковского университета он в течение трех лет работал в Петербурге в лаборатории Бутлерова. В августе 1873 г., находясь в Казани на съезде естествоиспытателей и врачей, он получил по рекомендации Бутлерова предложение перейти на службу в Казанский университет. Его магистерская диссертация «Об изомерии амиленов из амильного алкоголя брожения» (1875 г.) полностью соответствовала положениям Бутлеровской теории строения вещества. В своих исследованиях он показал, что амиленгидрат, полученный Ш.Вюрцем, представляет собой не вторичный, как считали ранее, а третичный амиловый спирт, дегидратирующийся в изопропилэтилен (амилен Флавицкого). Далее он формулировал правило, согласно которому наиболее устойчивой формой изомерных углеводов является наиболее метилированный углеводород, например, из пентанов – тетраметилметан (**правило Флавицкого**).

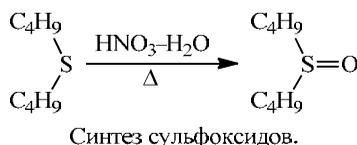
Научный интерес Ф.М.Флавицкого был связан с химией терпенов и изучением смол хвойных деревьев. Докторская работа на тему «О некоторых свойствах терпенов и их взаимных отношениях» (1880 г.) была выполнена и успешно защищена в Казанском университете. Флавицкий сделал важные для того времени выводы о генетической связи моноциклических терпенов с бициклическими и об их взаимных превращениях. Превращение пинена в оптически активный лимонен является реперной точкой основания казанской школы в области химии терпенов. Кто бы тогда мог подумать, что к химии терпенов вновь обратятся казанские химики в 30-е годы XX века, и в последующие многие годы в Казанском университете будут проводиться исследования реакционной способности и стереохимии терпеновых углеводов.

Три года спустя, в 1884 г., Флавицкий возглавил кафедру общей и неорганической химии и плодотворно трудился в области неорганической и физической химии по тематике, близкой Д.И.Менделееву. Им был написан великолепный учебник «Общая или неорганическая химия», выдержавший три издания. Ф.М.Флавицкий прослужил в Казанском университете более 40 лет, в 1899 г. был утверждён заслуженным профессором, а в 1901 г., по выслуге 30 лет, оставлен сверхштатным профессором, с поручением преподавания и заведывания лабораторией неорганической химии. В 1907 г. он был избран членом-корреспондентом Академии наук.



**Александр Михайлович Зайцев** (1841–1910 г.) – выдающийся русский ученый, вся жизнь которого связана с Казанским университетом. Как и многие его предшественники, он сначала поступил на камеральное отделение юридического факультета, но позднее под влиянием Бутлерова увлекся химией.

По окончании Казанского университета в 1862 г. Зайцев за собственный счет отправился за границу. Он работал в Марбургском университете в лаборатории Г.Кольбе, позднее – в Высшей медицинской школе в Париже в лаборатории А.Вюрца. В 1863 г. им была представлена в Казани кандидатская диссертация, основанная на структурной теории Кольбе. Но степень не была присуждена. В Марбурге он начал работу по окислению тиоэфиров, которая привела к открытию сульфоксидов [37, 38]. За работу «Об окисях тиоэфиров» Лейпцигский университет присудил ему степень доктора философии.



Потерпев неудачу с первой кандидатской диссертацией, Зайцев прислал из Марбурга вторую на тему «Диаминосалициловая кислота и некоторые ее соединения с кислотами» и в 1865 г. получил искомую степень. По возвращении в Казань в 1865 г. Зайцев работал «в качестве частного лица», т.е. бесплатно, у А.М.Бутлерова. После получения кандидатской степени Бутлеров забронировал за ним младшую должность на факультете в технологической лаборатории агрохимии. В 1867 г. Зайцев защитил магистерскую диссертацию «О действии азотной кислоты на некоторые органические соединения двухатомной серы», и вскоре после перехода Бут-

лерова в Петербургский университет (в 1869 г.) был избран доцентом по кафедре химии. В 1870 г. Зайцев защитил докторскую диссертацию «О новом способе превращения жирных кислот в соответствующие им алкоголи», в которой был разработан общий способ синтеза спиртов восстановлением хлорангидридов жирных кислот амальгамой натрия. В частности, он получил нормальный первичный бутиловый спирт, существование которого предсказывала теория строения Бутлерова, но которого не доставало в ряду теоретически возможных бутиловых спиртов.



А.М.Зайцев читает лекцию студентам в Бутлеровской аудитории (конец 1890-х г.).

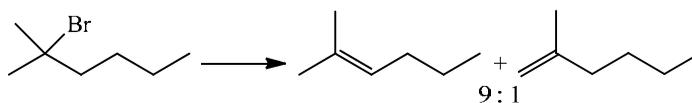
Когда Бутлеров перешел в Петербургский университет, чтение курса лекций было возложено на Марковникова, но после того как Зайцев стал экстраординарным профессором, преподавание химии вели Марковников и Зайцев. Зайцев читал лекции и вел занятия по общему курсу неорганической и органической химии, а Марковников – специальный курс органической химии. В конце 1871 г., после отъезда Марковникова Зайцев принял заведование кафедрой и лабораторией органической химии. Он оказался в трудном положении, т.к. следовало вести курсы органической, неорганической и аналитической химии, и только в 1874 г. была введена еще одна должность профессора, и преподавание общей и аналитической химии было возложено на Г.Н.Глинского.

С 1870 г. Зайцев работал над изучением спиртов, в ходе которого разработал цинкорганические методы получения спиртов различных классов, получивших в истории химии название «зайцевских синтезов» и «зайцевских спиртов». Так, вместе со своим учеником Е.Е.Вагнером он открыл (1875 г.) реакцию получения вторичных и третичных спиртов действием на карбонильные соединения цинка и алкилгалогенидов [39–43]. Эта работа положила начало исследованиям французских химиков Ф.Барбье и Ф.Гриньяра (реакция Гриньяра).



В 1875–1907 г. А.М.Зайцевым был выполнен ряд исследований по синтезу непредельных спиртов при взаимодействии галоген-аллил-цинкорганических соединений с эфирами и ангидридами карбоновых кислот и кетонами. Разработанные Зайцевым и его учениками методы синтеза предельных и непредельных спиртов при использовании цинкорганических соединений позволили получить большое количество этих соединений и их производных. Вместе с учениками он получил многоатомные спирты и изучил их строение; значителен и вклад А.М.Зайцева в исследования химического строения и причин изомерии высших непредельных жирных кислот, оксикислот и лактонов – класса органических соединений, открытого Зайцевым в 1873 г. [44]. Совместно с И.И.Канонниковым им был получен уксусный ангидрид (1877–1878 г.) действием ацетилхлорида на ледяную уксусную кислоту. И все это – лишь небольшая часть синтетических работ, проведенных А.М.Зайцевым с учениками.

Но, наверное, наиболее значимым достижением А.М.Зайцева, которое вошло во все учебники по органической химии, стало «правило Зайцева» [45, 46] (1875 г.), согласно которому отщепление элементов галогеноводородных кислот от алкилгалогенидов или воды от спиртов происходит таким образом, что вместе с галогеном или гидроксилем уходит водород от наименее гидрогенизированного соседнего атома углерода.



Правило Зайцева.

Необходимо отметить еще и вклад Зайцева в развитие промышленности в России. Долгое время он был научным консультантом на знаменитом мыловаренном и свечном заводе братьев Крестовниковых в Казани.

Зайцев успешно решил проблему изомеризации высших жирных карбоновых кислот – олеиновой, элаидиновой, эруковой и брассидиновой. В своей работе «О реакции окисления олеиновой и элаидиновой кислот марганцево-кислым калием в щелочном растворе» Зайцев впервые получил диоксистеариновые кислоты.

За выдающиеся достижения в химии в 1885 г. Петербургская академия наук избрала А.М.Зайцева своим членом-корреспондентом, а в 1907 г. выдвинула его кандидатуру в академики. Не желая расставаться с Казанским университетом, что было необходимо в случае избрания, он отклонил это предложение. В 1905 г. Зайцев был избран президентом Русского физико-химического общества.

А.М.Зайцев был прекрасным педагогом и научным руководителем. Он создал крупную научную школу, к которой относятся известные химики Е.Е.Вагнер, А.Н.Реформатский, С.Н.Реформатский, А.Е.Арбузов, и заслуженно занимает в истории химии одно из первых мест по количеству выдающихся учеников.



**Егор Егорович Вагнер** (1849–1903 г.) в 1867 г. поступил на юридический факультет Казанского университета, но под влиянием увлекательных лекций В.В.Марковникова и А.М.Зайцева перешел на естественное отделение физико-математического факультета. Одновременно стал работать в лаборатории под началом А.М.Зайцева. По окончании университета в 1874 г. по представлению Зайцева остался в Казанском университете профессорским стипендиатом. Первая экспериментальная работа была сделана им совместно с Зайцевым на тему «Новый синтез алкоholes (синтез диэтилкарбинола, нового изомера амильного алкоholes)». Через год он был командирован в Петербург под руководство Бутлерова, где проявил себя талантливым органиком-синтетиком. Казанский период был недолгим, однако встреча с такими известными химиками, как Зайцев, Бутлеров, позднее Меншуткиным, определило всю дальнейшую научную судьбу Вагнера.

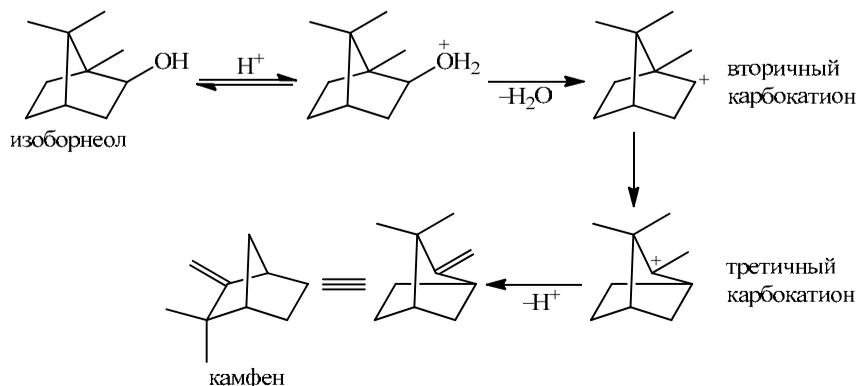
В 1882–1886 г. он работал в Институте сельского хозяйства и лесоводства в Новой Александрии (ныне город Пулавы, Польша); с 1885 г. профессор химии, с 1886 г. профессор органической химии Варшавского университета, с 1898 г. одновременно декан химического отделения Варшавского политехнического института.

В научном плане Вагнер продолжил развивать исследования, начатые в Казани. В частности, он уточнил (1885 г.) правило окисления кетонов, сформулированное А.Н.Поповым, который считал, что окисление всегда идет в одном направлении. Вагнер же показал, что то направление, которое А.Н.Попов считал единственным, является главным направлением окисления, но следует учитывать не только строение и прочность исходных и промежуточных продуктов, но и природу окислителя и условия окисления.

В 1888 г. он открыл реакцию окисления органических соединений, содержащих двойную связь, действием 1%-ного раствора перманганата калия в щелочной среде (**окисление по Вагнеру**) [47].

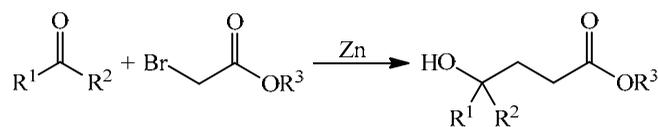


Используя этот способ, Вагнер доказал неопредельный характер ряда терпенов, установил строение лимонена (1895 г.),  $\alpha$ -пинена – основного компонента русских сосновых скипидаров. В 1899 г. он открыл камфеновую перегруппировку первого рода на примере перехода изоборнеола в камфен и обратно (**перегруппировка Вагнера–Меервейна**).





**Сергей Николаевич Реформатский** (1860–1934 г.) поступил в Казанский университет на естественное отделение физико-математического факультета в 1878 г. Как было и с его предшественниками, он очень рано увлекся лекциями Зайцева и избрал органическую химию своей специальностью. После окончания университета он стал хранителем химического музея, потом в течение 5 лет работал лаборантом в лаборатории органической химии. В 1887 г. после сдачи магистерского экзамена он становится приват-доцентом, в 1889 г. успешно защитил магистерскую диссертацию «Предельные многоатомные спирты» и был командирован в Германию в лаборатории В.Майера и В.Оствальда. Работа за границей была посвящена в основном докторской диссертации на собственную тему в направлении исследований Бутлерова–Зайцева, касающихся способа синтеза третичных спиртов. Там он написал трактат «Действие смеси цинка и монохлоруксусного эфира на кетоны и альдегиды», который был представлен как докторская диссертация. В 1890 г. она была блестяще защищена в Варшавском университете. Диссертация явилась логическим развитием бутлеровского синтеза третичных спиртов, она положила начало целому ряду синтезов органических соединений, получивших в науке название **реакция Реформатского** [48].



Реакция Реформатского.

В 1891 г. Реформатский уехал из Казани и стал профессором Киевского университета. С.Н.Реформатский – родоначальник киевской школы химиков-органиков; среди его учеников Я.И.Михайленко, В.Яворский, Е.Гришкевич-Трохимовский, М.Л.Жданович, он автор учебника «Начальный курс органической химии» (с 1893 г. выдержал 17 изданий).



**Александр Николаевич Реформатский** (1864–1937 г.) – брат Сергея Николаевича Реформатского, окончил Казанский университет в 1888 г. и также является учеником Зайцева. И хотя он был оставлен при Казанском университете для подготовки к профессорскому званию, в 1889 г. был приглашен В.В.Марковниковым ассистентом в лабораторию органической химии Московского университета. Вся научная деятельность Реформатского в последующем была связана с Московским университетом и институтом тонкой химической технологии (см. далее разделы 4.1 и 4.2).

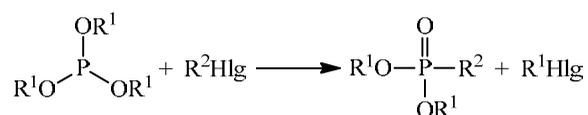


**Александр Ерминингельдович Арбузов** (1877–1968 г.) – основоположник химии фосфорорганических соединений в России, ученик А.М.Зайцева. В 1896 г. Александр Арбузов стал студентом естественного отделения физико-математического факультета Казанского университета. В студенческие годы он серьезно увлекся химией под влиянием Зайцева и Флавицкого. В лаборатории профессора Зайцева Александр Арбузов выполнил первую самостоятельную работу, опубликованную в журнале Русского физико-химического общества, которая называлась «Из химической лаборатории Казанского университета. Об аллилметилфенилкарбиноле Александра Арбузова». Александр Арбузов первым из российских химиков и независимо от Гриньяра осуществил реакцию, известную сегодня как магнийорганический синтез – реакция Гриньяра.

Здесь уместно отметить прекрасные экспериментальные способности Арбузова, в том числе его мастерство в стеклодувном деле, которое сыграло большую роль в осуществлении многих интересных работ ученого. Арбузов внёс большой вклад в развитие техники лабораторных работ, в частности, сконструировал колбу для перегонки под вакуумом (колба Арбузова), которая и до сих пор используется во всём мире. Часть лабораторной посуды для разделения сложных реакционных смесей была сделана по эскизам Арбузова или им собственноручно. Свой опыт в стеклодувном деле он обобщил в «Кратком руководстве к самостоятельному изучению стеклодувного искусства». Эта брошюра издавалась в 1912 и 1928 г. и долгое время была уникальным пособием для многих поколений химиков-экспериментаторов.

После окончания Казанского университета в 1900 г. он работал с 1901 по 1910 г. в институте сельского хозяйства и лесоводства в городе Ново-Александрия (ныне Пулавы, Польша), где в 1906 г. был избран заведующим кафедрой органической химии и сельскохозяйственного химического анализа. Здесь он без научного руководителя самостоятельно выбрал и разрабатывал тему в области химии фосфорорганических соединений. В то

время одни химики считали фосфористую кислоту трехосновной с симметрическим расположением гидроксильных групп у атома трехвалентного фосфора, а другие – двухосновной с двумя гидроксильными группами у атома пятивалентного фосфора. Решить эту проблему Арбузов попробовал через изучение свойств ее эфиров и стал искать соединения, способные давать характерные кристаллические производные трёхвалентного фосфора. В 1905 г. в Казанском университете была защищена магистерская диссертация «О строении фосфористой кислоты и ее производных», в которой А.Е.Арбузов развил теорию химического строения Бутлерова преимущественно на фосфорорганических соединениях. Открытая Арбузовым каталитическая изомеризация средних эфиров фосфористой кислоты в эфиры алкилфосфиновых кислот (**перегруппировка Арбузова**) [49, 50] стала универсальным методом получения фосфорорганических соединений, который в настоящее время используется не только для синтеза фосфонатов из фосфитов, но и для получения фосфорильных соединений со связью С–Р алкилированием или арилированием полных эфиров кислот трехвалентного фосфора. По образному выражению академика А.Н.Несмеянова, «она стала столбовой дорогой синтеза фосфорорганических соединений». В дальнейшем эта область оставалась главной темой его многочисленных работ.



Реакция Арбузова.

В 1910 г. А.Е.Арбузов стал профессором Казанского университета (с условием, что в течение трёх лет напишет и защитит докторскую диссертацию). В 1914 г. Арбузов представляет в Совет Казанского университета свою докторскую диссертацию «О явлениях катализа в области превращений некоторых соединений фосфора. Экспериментальное исследование», в которой распространил свои представления на эфиры фенилфосфинистых и других кислот, а также показал единство сил, ускоряющих каталитические процессы изомеризации, с силами, влияющими на скорость обычных химических реакций. Этим выводом он опроверг энергетическую трактовку катализа, выдвинутую В.Оствальдом.

В дальнейшем им были впервые синтезированы эфиры фосфонуксусной, β-фосфонпропионовой и α-фосфонмасляной кислот. Эфиры фосфонкарбоновых кислот и сами фосфонкарбоновые кислоты более подробно были изучены А.Е.Арбузовым совместно с его учениками (Г.Х.Камаем, А.И.Разумовым и др.) в советский период деятельности. Фосфонуксусные и аналогично построенные эфиры, подобно ацетоуксусному эфиру, содержат в молекуле водород, способный замещаться на металл, например, натрий, калий. Было предположено и экспериментально подтверждено, что при действии на них галоидных алкилов осуществляются реакции, аналогичные синтезам с ацетоуксусным и малоновым эфирами, с образованием соответствующих замещенных фосфонуксусных эфиров.



Б.А.Арбузов и А.Е.Арбузов в лаборатории.

Исключительный интерес имеют исследования А.Е.Арбузова в области изучения строения так называемого хлорангидрида Бойда. Эти исследования, имеющие логическую связь со всеми предыдущими работами А.Е.Арбузова, не только привели к правильному решению вопроса о строении хлорангидрида Бойда, но и ознаменовались открытием ряда новых, до сих пор неизвестных классов фосфорорганических соединений. Что касается строения хлорангидрида Бойда, то А.Е. и Б.А.Арбузовыми было показано, что он является производным не Р(III), а Р(V). В ходе этих работ они совершенно неожиданно нашли (1929 г.), что диэтилфосфористый натрий по-разному взаимодействует с трифенилхлор- и трифенилбромметаном (в первом случае образуется, как и следовало ожидать, эфир трифенилметилфосфиновой кислоты, а во втором – свободный радикал трифенилметил), что открыло новый метод получения триарилметильных радикалов [51].

Вклад академика А.Е.Арбузова и его многочисленных учеников в развитие химии фосфорорганических и других элементоорганических соединений исключительно велик. Многие его ученики в дальнейшем сами возглавили работы по ряду научных направлений. Это член-корреспондент АН Белоруссии П.С.Пищимука, академик РАН Б.А.Арбузов, члены-корреспонденты РАН А.Н.Пудовик, С.Р.Рафиков, Б.М.Михайлов, профессора А.И.Разумов, Г.Х.Камай и др.

По его инициативе в Казани был создан **Институт органической и физической химии АН СССР** (1965 г.), носящий ныне его имя. Почти 70 лет неустанного труда в науке снискали академику А.Е.Арбузову заслуженное уважение многих поколений ученых в нашей стране и за рубежом, для которых крупный ученый, государственный и общественный деятель являлся примером служения своему народу.



**Гильм Хайревич Камай** (1901–1970 г.) – доктор химических наук, профессор, первый из татар профессор-химик, ученик, а затем ближайший сотрудник и последователь академика А.Е.Арбузова. Является основателем казанской химической школы мышьякорганических соединений, внесшим также значительный вклад в химию органических соединений фосфора. После Октябрьской революции 1917 г. Камай занимался комсомольской и партийной работой. В 1922 г. поступил на химическое отделение физико-математического факультета Томского университета. В 1926 г. он успешно защитил дипломную работу и в этом же году приехал в Казанский университет для прохождения аспирантуры у профессора А.Е.Арбузова. В годы аспирантуры Камай занимался изучением органических производных тиокислот фосфора.

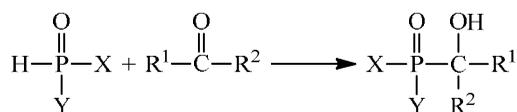
После окончания аспирантуры в 1929 г. он стажировался в Германии у профессора Якоба Мейзенгеймера в Тюбингенском университете. В Германии Камай работал полтора года, занимаясь синтезом мышьякорганических соединений. Приобретённый огромный опыт по синтезу мышьякорганических соединений Камай использовал в своей научной деятельности в Казани. В сентябре 1931 г. по возвращении в Казань ему было присвоено звание профессора, и он начал работать на кафедре органической химии.

С февраля 1935 г. по август 1937 г. Г.Х.Камай был ректором Казанского университета. Однако Камай попал под репрессии, он был арестован, снят с должности ректора и до 1939 г. был в заключении. И хотя позднее он был освобожден и восстановлен в должности профессора кафедры органической химии Казанского университета, работать там было слишком тяжело морально, и он перешел в Казанский химико-технологический институт им. С.М.Кирова (КХТИ). *«Я из стен университета уйду с некоторой болью, но университет будет вечно во мне. Прошу Вас освободить меня на основании моей личной просьбы от занимаемой мною должности. 9 июля 1939 г.»*.

В том же году его избрали профессором кафедры органической химии КХТИ, где он упорно трудился над докторской диссертацией, которую блестяще защитил 11 марта 1941 г. Тема диссертационной работы – «Исследования в области асимметрических соединений фосфора и мышьяка». В ней он подвел итог своим многолетним теоретическим и экспериментальным исследованиям производных органических соединений элементов V группы.



**Василий Семенович Абрамов** (1904–1968 г.) в 1930 г. закончил химическое отделение физико-математического факультета Казанского университета и был оставлен в аспирантуре кафедры органической химии. По окончании аспирантуры в 1933 г. был направлен на работу в НИХИ им. А.М.Бутлерова, в том же году защитил кандидатскую диссертацию «Действие галоидопродуктов на соли диалкилфосфористых кислот», посвященную изучению реакции Михаэлиса–Беккера. В 1941 г. стал доцентом кафедры органической химии Казанского университета. Короткое время (1943–1948 г.) он работал в лаборатории высокомолекулярных соединений Института органической химии АН СССР (Москва). Реакция конденсации диалкилфосфористых кислот с альдегидами и кетонами вошла в историю химии как именная **реакция Абрамова** и нашла широкое практическое применение [52].



X, Y = RO, R, R<sub>2</sub>N, H, OH.

Реакция Абрамова.

В 1949 г. В.С.Абрамов перешел в Казанский химико-технологический институт им. С.М.Кирова (КХТИ), защитил докторскую диссертацию на тему: «Исследования в ряду производных альфа-оксиалкилфосфиновых кислот» (1959 г.), заведовал кафедрой синтетического каучука. Его научные интересы были связаны с химией тиоколов и полиуретанов. С 1961 г. В.С.Абрамов – заведующий лабораторией во вновь создаваемом отраслевом институте КазхимНИИ, где под его руководством создавались рецептуры и технологии получения различ-

ных составов для изготовления негорючей и защищающей от химического воздействия спецодежды. Еще при жизни Абрамов в среде казанских химиков считался признанным авторитетом синтетической органической химии.



**Борис Александрович Арбузов** (1903–1991 г.), продолжая славные традиции Казанской школы химиков, внес много нового в теорию строения органических соединений Бутлерова. Вся его научная деятельность неразрывно связана с кафедрой органической химии и старой химической лабораторией Казанского университета, которая в 1929 г. в соответствии с решением V Менделеевского съезда стала **Научно-исследовательским химическим институтом им. А.М.Бутлерова**. Хотя изначально он и не хотел становиться химиком, но на V курсе Казанского института сельского хозяйства и лесоводства отец, Арбузов-старший, привлек его к изучению химии природных соединений, тем самым определив его дальнейшую судьбу.

В 1926 г. Борис Арбузов поступил в аспирантуру при кафедре органической химии Казанского университета к профессору А.Е.Арбузову. В эти годы он проводил исследования жидкой и твердой частей живицы и продуктов ее переработки – скипидара и канифоли, применив для этих целей физические методы. За эту работу Российское физико-химическое общество присудило 25-летнему ученому премию им. А.М.Бутлерова. С 1930 г. Б.А.Арбузов исследовал химические превращения терпенов. Было установлено направление реакции окисления непредельных терпенов, изучен механизм изомеризации окисей терпенов в присутствии солей цинка, открыта изомеризация бициклических терпенов в алифатические, в частности,  $\alpha$ -пинена в аллооцимен.

Результаты исследований изомеризации циклических терпенов и их окисей были опубликованы в 1937 г. в виде монографии «Исследования в области изомерных превращений бициклических терпенов углеводородов и их окисей», которая была представлена в качестве докторской диссертации и блестяще защищена в Московском университете. В числе официальных оппонентов был академик Н.Д.Зелинский, отметивший, что «представленного материала хватило бы на две докторские диссертации» [53]. В 1938 г. Б.А.Арбузов был утвержден в ученой степени доктора химических наук и стал профессором кафедры органической химии, а затем и ее заведующим (1938–1967 г.).

Продолжая исследования, связанные с изучением строения и химического поведения различных терпенов, и особенно смоляных кислот, Борис Александрович в 1940 г. окончательно установил строение левопимаровой кислоты. Задача, над которой более 100 лет работали крупнейшие химики мира, была решена изящным способом с использованием реакции диенового синтеза.

Одновременно с интенсивной работой в области химии терпенов Б.А.Арбузов в 1929–1932 г. совместно с А.Е.Арбузовым выполнил интересные и важные в теоретическом и практическом отношении исследования по химии фосфорорганических соединений (ФОС): предложил новый простой метод получения свободных радикалов трифенилметилового ряда, заключающийся в действии диэтилфосфористого натрия на триарилбромметаны [54].

В послевоенные годы научные интересы Б.А.Арбузова в университете были сконцентрированы на традиционных направлениях: синтез и структура фосфорорганических соединений, химия терпенов и непредельных соединений. Большой теоретический интерес представляли исследованные Б.А.Арбузовым с сотрудниками (Н.А.Полежаевой, Э.Н.Диановой) реакции, протекающие с отклонением от классической схемы А.Е.Арбузова и Михаэлиса–Беккера, которые привели к получению большой серии новых устойчивых моноциклических фосфоранов, содержащих атомы азота и серы. Изучением реакций diazosоединений с diaзофосфолами Б.А.Арбузов и Э.Н.Дианова положили начало новому направлению в химии ФОС – циклоприсоединению по связям  $P=C$  и  $As=C$ , содержащим двухкоординированный атом фосфора или мышьяка. В совместных работах с А.В.Фуженковой были установлены факторы, влияющие на региоселективность реакций эфиров кислот трехвалентного фосфора с непредельными кетонами.

Интересные и важные результаты были достигнуты и в области химии непредельных соединений. Совместно с Н.Н.Зобовой был открыт новый удобный путь синтеза циклических соединений, основанный на взаимодействии бензоил- и трихлорацетилизотиоцианатов и изотиоцианатов с непредельными соединениями. Создано направление по изучению строения и реакционной способности сера- и селенорганических соединений совместно с преемником Бориса Александровича по кафедре органической химии доцентом **Е.Г.Катаевым** (заведующий кафедрой с 1967 по 1974 г.), которое затем было успешно развито профессором Г.А.Чмутовой и ее учениками. Электрохимическое поведение непредельных соединений серы и фосфора было предметом исследования ученика Б.А.Арбузова профессора Е.А.Бердникова.



Кафедра органической химии и проблемная лаборатория  
ИСОС химфака КГУ. 1973 г.

Исследования этой группы можно сгруппировать по четырем, в известной мере самостоятельным разделам [55]: а) разработка аппаратуры; б) структурные исследования, включая экспериментальные спектроскопические корреляции; в) кинетика, динамика, межмолекулярные взаимодействия; г) теоретические расчеты ЯМР спектральных параметров и корреляция последних с магнитными свойствами связей и атомных групп.



Ю.Ю.Самитов, А.И.Коновалов, Б.А.Арбузов  
в лаборатории ЯМР. 1983 г.

органических соединений с использованием современных физических методов. Эти исследования представляют логическое продолжение и развитие на современном уровне идей теории Бутлерова о зависимости физических свойств органических соединений от пространственной структуры молекул. Начиная с 60-х годов Б.А.Арбузовым с учениками Л.К.Юлдашевой, А.Н.Верещагиным, Р.П.Аршиновой, С.Г.Вульфсоном, а позднее с Е.Н.Климовичем, ставшими впоследствии докторами наук, был проведен конформационный анализ большой серии гетероциклических производных серы, селена, фосфора, мышьяка, сурьмы, имеющих циклы разных размеров – от 4- до 8-членных.

Высокий теоретический уровень исследований Б.А.Арбузова всегда успешно сочетался с их практической целенаправленностью. Целый ряд работ, выполненных им совместно с сотрудниками, нашли практическое использование в лесохимической промышленности, промышленности синтетического каучука, производстве инсектицидов, лекарственных препаратов.

Б.А.Арбузов как выдающийся ученый не ограничивался только научной деятельностью. Он вел большую педагогическую и организационную работу. Еще в 1931 г. он организовал в КХТИ **инженерную кафедру технологии синтетического каучука**, которую возглавлял до 1938 г. С 1934 по 1990 г. он был директором

В 1957 г. совместно с аспирантом А.Коноваловым начаты работы по изучению тонких деталей механизма реакции Дильса–Альдера на уровне обсуждения природы переходного состояния и факторов, влияющих на реакционную способность. Это был для Казанской химической школы революционный прорыв.

С середины 50-х годов в работах Арбузова появилось новое направление – применение физических методов исследования для установления структуры органического вещества. В это время на химическом факультете Казанского университета создавались проблемные лаборатории, оснащенные современным оборудованием. Так, в 1957 г. при кафедре органической химии появилась **проблемная лаборатория исследования структуры органических соединений**, основу исследований в которой должны были составить радиоспектроскопические методы. Арбузовым была создана **группа радиоспектроскопии** под руководством доцента физико-математического факультета университета **Ю.Ю.Самитова**.

Разработки спектрометров ЯМР высокого разрешения начались в Москве, Ленинграде, Казани и Таллине. Но первые успешные результаты были достигнуты группой Ю.Ю.Самитова: это был спектрометр ЯМР-КГУ-1 [56]. Логическим завершением цикла работ по изучению структуры органических соединений на основе спектроскопических корреляций в совокупности с аппаратными разработками была защита Ю.Ю.Самитовым докторской диссертации (1967 г.). Это одна из первых докторских диссертаций в СССР, целиком посвященная ЯМР спектроскопии. Впоследствии докторами наук стали и другие сотрудники лаборатории: А.В.Аганов, В.В.Клочков, Ф.Х.Каратаева.

Одной из основных тематик лаборатории стало изучение тонких особенностей пространственного строения (конформационный анализ) органических и элементо-

научно-исследовательского химического института им А.М.Бутлерова, а с 1958 по 1971 г. возглавлял сначала Институт органической химии, а затем Институт органической и физической химии им. А.Е.Арбузова (ИОФХ КФАН СССР). Его высокопрофессиональные качества оказали огромное влияние на становление многих ученых-химиков: среди его учеников 23 доктора наук, академик А.И.Коновалов и члены-корреспонденты РАН С.В.Рафиков, Б.М.Михайлов, Н.В.Торгов, А.Н.Пудовик, 75 кандидатов наук.



**Евгений Геннадьевич Катаев** (1917–1986 г.) – ученик Б.А.Арбузова, заведующий кафедрой органической химии с 1967 по 1974 г. В 1946 г. он стал аспирантом профессора Б.А.Арбузова в Бутлеровском химическом институте. В то время научные интересы Бориса Александровича находились в области неопределенных соединений, как синтетических (пиперилен, гексадиен-2,4), так и природных (смоляные кислоты). В 1949 г. Е.Г.Катаев стал ассистентом кафедры органической химии, читал курс лекций «Органическая химия и механизмы реакций», в 1950 г. защитил кандидатскую диссертацию «Исследования в ряду пиперилена и гексадиена-2,4» и в 1952 г. был утвержден в звании доцента кафедры органической химии.

После защиты Е.Г.Катаев продолжил изучать химию неопределенных сопряженных систем, но теперь ввел в них элементы VI группы – серу, селен и даже теллур. Совместно со своими аспирантами Ф.Р.Танташевой, Т.Г.Маннафовым, Г.А.Чмутовой, В.В.Племенковым, Л.К.Коноваловой им были проведены исследования в нескольких направлениях: реакции диенового синтеза с участием дивинилсульфоксидов и сульфонов; синтез и изучение электронной структуры нового класса соединений на основе селенофенола и фенилселенохлорида – арилалкенил- и арилалкинилселенидов; синтез новых неопределенных соединений фосфора, серы и азота.

Это направление получило свое развитие в работах профессора кафедры органической химии Г.А.Чмутовой и ее учеников (впоследствии доцентов кафедры М.А.Казымовой, А.Р.Курбангалиевой), в которых интерес сместился к комплексному (экспериментально-теоретическому) изучению особенностей структуры и реакционной способности гетероциклических соединений (главным образом, пиразолонов и их гетероаналогов), поиску хемо-, регио- и стереоселективных процессов тиолирования (селенирования) пяти- и шестичленных азот-, кислород-, серо- и селенсодержащих гетероциклов как потенциально активных биопрепаратов. В частности, синтезированы первые селенсодержащие производные мукохлорной кислоты; выявлено многообразие типов структур, образующихся в реакциях мукохлорной кислоты с серосодержащими бинуклеофилами в условиях кислого и основного катализа.

Начиная с середины 1990 годов Г.А.Чмутова проводила исследования структуры и реакционной способности элементоорганических соединений шестой группы (O, S, Se, Te) квантово-химическими методами высокого уровня. Совместно с аспирантом Т.И.Маджидовым в рамках современных методов анализа электронного распределения (QTAIM, IQA, IQF) были выявлены и объяснены специфические особенности атома селена как электронодонорного центра в реакциях селеноорганических соединений с разными типами кислот Льюиса. В отличие от ассоциатов с участием классических донорных центров (элементов второго периода – кислорода, азота и т.п.), в энергию межмолекулярных взаимодействий селеноорганических соединений существенно более важный вклад вносит обобществление электронной плотности, нежели электростатические эффекты. Причем при комплексообразовании в зависимости от структуры электроноакцептора природа связи  $Se \cdots A$  может меняться от ван-дер-ваальсовой до слабой ковалентной [57, 58].



**Александр Иванович Коновалов** (1934 г.р.) – один из самых ярких учеников Б.А.Арбузова, поступил в Казанский государственный университет в 1951 г. Все определилось в 1953 г., когда началось изучение органической химии, а лекции читал Б.А.Арбузов. В 1957 г. при кафедрах ведущих вузов страны организовывались проблемные лаборатории, и А.И.Коновалов по приглашению Б.А.Арбузова начал работать в проблемной лаборатории «**Изучение структуры органических соединений**». С этого времени его жизнь уже в течение шестидесяти лет неразрывно связана с Казанским университетом. В 1964 г. А.И.Коновалов перешел на кафедру органической химии, профессором которой является и в настоящее время. При этом в течение

25 лет, с 1974 по 1999 г., он являлся заведующим кафедрой органической химии, передавая руководство ею своему ученику, ныне члену-корреспонденту РАН И.С.Антипину. А.И.Коновалов был ректором университета в переломный период современной истории России с 1979 по 1990 г.

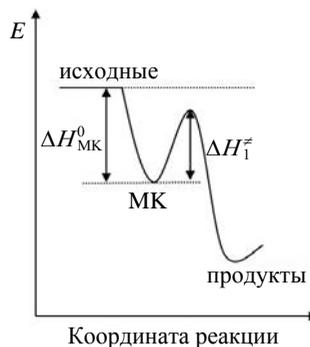
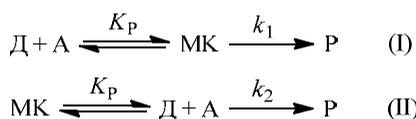
50–60-е годы XX столетия ознаменовались в Казанской химической школе как развитием традиционных исследований в области химии фосфорорганических, неопределенных и природных соединений, так и появле-

нием новых научных направлений, получивших признание научной химической общественности как у нас в стране, так и за рубежом. Это, прежде всего, относится к исследованиям в области физической органической химии – изучению реакционной способности и механизмов органических реакций. И первопроходцем, по праву, можно назвать академика Александра Ивановича Коновалова – достойного ученика и преемника академика Бориса Александровича Арбузова.



А.И.Коновалов и Б.А.Арбузов

В конце 50-х годов А.И.Коновалов вместе со своим учителем Б.А.Арбузовым начал кинетическое изучение механизма реакции диенового синтеза [59]. В своей кандидатской диссертации «Диеновый синтез и комплексы с переносом заряда» А.И.Коновалов одним из первых установил образование молекулярных комплексов (МК) в реакциях диенового синтеза [60]. Однако возник важный вопрос: находятся ли эти комплексы на пути реакции или представляют собой тупиковое равновесие? Решение этой задачи имело принципиальное значение для предсказания реакционной способности аддендов в реакциях циклоприсоединения и определило на многие годы направление исследований механизма реакции Дильса–Альдера. Задача нетривиальная, поскольку кинетические данные не позволяют различить путь (I) и (II).



Прямое экспериментальное доказательство участия молекулярных комплексов в качестве интермедиатов реакции Дильса–Альдера было получено учеником А.И.Коновалова В.Д.Киселевым при изучении методом «остановленной струи» кинетики реакции между сильным  $\pi$ -донором – 9,10-диметилантраценом ( $IP$  7.04 эВ) и сильным  $\pi$ -акцептором – тетрацианоэтиленом ( $EA$  2.88 эВ) в серии растворителей. Было обнаружено уникальное явление – уменьшение константы скорости реакции с ростом температуры, т.е. отрицательная энергия активации. Это возможно лишь в том случае, когда энтальпия образования комплекса ( $\Delta H^0_{МК}$ ), находящегося на пути реакции, больше энтальпии активации стадии циклоприсоединения ( $\Delta H^{\ddagger}_1$ ).

Принципиально важным развитием исследований стало открытие так называемого «нейтрального» диенового синтеза, когда и доноры, и акцепторы в аддендах ускоряют реакцию циклоприсоединения [61]. До этого в наиболее распространенном варианте взаимодействия граничных орбиталей (диен-донор, диенофил-акцептор) преобладающим считалось взаимодействие высшей занятой молекулярной орбитали (ВЗМО) диена и низшей свободной орбитали (НСМО) диенофила. Противоположный вариант – диен-акцептор, диенофил-донор – экспериментально был обнаружен в реакциях с перхлорциклопентадиеном. Возможность «нейтрального» варианта впервые экспериментально подтверждена А.И.Коноваловым и его учениками Я.Д.Самуиловым и Б.Н.Соломоновым на примере реакций Дильса–Альдера с участием ряда циклонов и тетрахлор-*орто*-хинона. В реакции замещенных фенциклонов со стиrolами были обнаружены все три варианта контролирующих орбитальных взаимодействий.

Итогом большой экспериментальной и теоретической работы стало создание для описания и предсказания реакционной способности реагентов в реакции Дильса–Альдера единой корреляционной зависимости, описывающей изменение реакционной способности (констант скоростей реакций) реагирующих систем в колоссальном интервале – 20 порядков [62, 63]. Было предложено учитывать три основных параметра: 1) энергии граничных орбиталей диена и диенофила; 2) изменение коэффициентов перекрытия орбиталей, определяющееся, в основном, различием в межатомном расстоянии  $C_1-C_4$  в диене ( $R_{1-4}$ ); 3) баланс энергий разрыва и образования связей, определяемый энтальпией реакции ( $\Delta H_{реакции}$ ).

В 70–80 г. прошлого столетия А.И.Коновалов со своими учениками В.Д.Киселевым, Б.Н.Соломоновым и И.С.Антипиным начал исследования сольватационных эффектов в реакциях циклоприсоединения, давшие толчок созданию целого направления в Казанской химической школе по изучению термодинамики сольватации и межмолекулярных взаимодействий органических соединений в неводных растворителях и их влиянию на реакционную способность [64, 65].

А.И.Коноваловым и Б.Н.Соломоновым был проведен детальный анализ влияния различных межмолекулярных взаимодействий на энтальпии и свободные энергии сольватации органических неэлектролитов и предложены оригинальные подходы к оценке ряда важнейших термодинамических характеристик: энтальпий парообразования, сольватации и специфических взаимодействий. Принципиальным моментом было использование молекулярной рефракции в качестве дескриптора для описания энергии дисперсионных взаимодействий в растворе.

Было показано, что для широкого круга органических соединений (более 100 соединений различных классов) наблюдается корреляционная зависимость между энтальпиями сольватации в циклогексане и молекулярной рефракцией растворяемых веществ [66, 67]. Подобные линейные зависимости энтальпий и свободных энергий сольватации органических соединений от молекулярной рефракции были обнаружены не только в насыщенных углеводородах, но и в других растворителях: от тетрахлорметана ( $\epsilon$  2.4) до диметилсульфоксида ( $\epsilon$  46.7). Важным выводом, сделанным в ходе этих исследований, был вывод об отсутствии существенного вклада диполь-дипольных взаимодействий в энтальпию сольватации органических неэлектролитов.

Оценка вклада диполь-дипольных взаимодействий в энергии сольватации органических неэлектролитов составляла главную проблему сольватационных исследований в 80–90-е годы XX столетия, проводимых в Казанской химической школе под руководством А.И.Коновалова. Вопрос состоял не в том, существуют или нет диполь-дипольные взаимодействия в растворе (конечно, существуют), а проявляются ли они в энтальпиях сольватации? Дело в том, что энергию сольватации вещества нельзя отождествлять с энергией его взаимодействия с растворителем. Сольватация – более сложный процесс, включающий несколько стадий, одной из которых может рассматриваться процесс образования в растворителе полости, имеющей размеры растворяемого соединения. Очевидно, он требует разрыва части взаимодействий растворитель–растворитель и является эндотермическим, а следовательно, способен компенсировать экзотермический вклад диполь-дипольных взаимодействий растворитель–вещество. Это было подтверждено на примере сопоставления энтальпий сольватации изомеров, имеющих различные дипольные моменты, а также высокополярных модельных соединений в серии растворителей различной полярности [62].

В 80-е годы А.И.Коноваловым совместно с научной группой И.С.Антипина выполнены фундаментальные исследования влияния среды на кислотно-основные свойства органических соединений. В результате был развит оригинальный подход к созданию универсальной шкалы ионно-парной (криптанной) кислотности органических соединений в растворителях различной сольватирующей способности, свободной от влияния процессов сольватации и ассоциации, который позволил определить величины ионно-парной кислотности органических соединений в малополярных средах с фиксированным типом ионных пар в диапазоне изменения  $pK_a$  от 42 до 6 [68, 69].



Кафедра органической химии химфака КГУ. 2003 г.

Это было фактически первое знакомство казанских ученых с химией соединений включения, с которой, по сути, и зарождалась супрамолекулярная химия. Неудивительно, что начиная с середины 90-х годов под руководством академика А.И.Коновалова и его ученика И.С.Антипина, впоследствии члена-корреспондента РАН, на кафедре органической химии Казанского университета и в ряде лабораторий Института органической и физической химии им. А.Е.Арбузова (с 1990 по 2001 г. А.И.Коновалов был директором этого академического института) начались систематические исследования в области супрамолекулярной химии – новейшего направления химической науки,

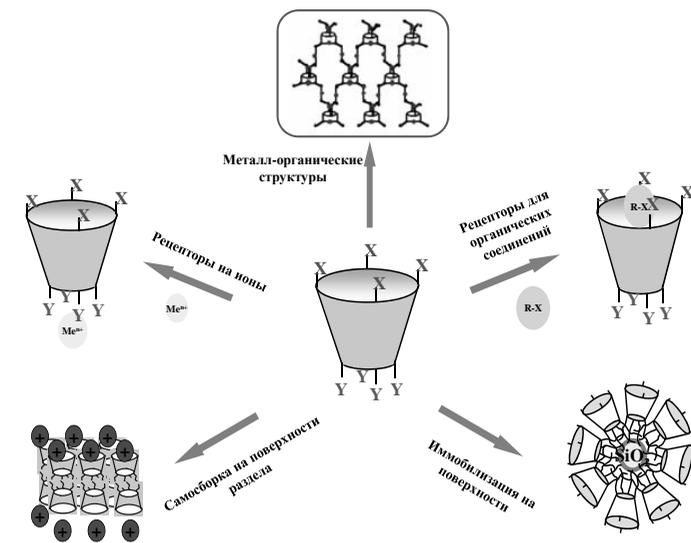
находящегося на стыке физики, химии и биологии. По определению лауреата Нобелевской премии Ж.-М.Лена «супрамолекулярная химия – это химия за пределами молекулы», а супрамолекулы и супрамолекулярные ансамбли представляют следующий уровень сложности материи после элементарных частиц, ядер, атомов и молекул. А.И.Коновалов определил супрамолекулярные системы как «мост между неживой и живой материей» [70].

За очень короткий исторический период (чуть более 20 лет) в Казани сформировалась признанная в мировом научном сообществе школа супрамолекулярной химии, которая на настоящий момент включает более 100 исследователей, из которых 20 докторов наук. О влиянии Казанской школы на развитие супрамолекулярной химии в России и мире можно привести слова создателя супрамолекулярной химии, лауреата Нобелевской премии

Ж.-М.Лена. «Россия – страна великих традиций в химии, и Казань играет специальную историческую роль. Это было снова показано в успешном вхождении российских химиков в супрамолекулярную химию».

В настоящее время основные научные интересы казанской супрамолекулярной школы сконцентрированы на использовании каликсаренов как перспективной технологической платформы для дизайна наноструктур методом самосборки.

На основе комплексного подхода, базирующегося на сочетании теоретических методов дизайна рецепторных и амфифильных структур, реализации новых подходов к направленному синтезу макроциклических соединений на основе каликсаренов, различных экспериментальных методов установления структуры



сложных органических молекул и изучения их физико-химических свойств, под руководством А.И.Коновалова были созданы научные основы конструирования уникальных супрамолекулярных систем и наноразмерных объектов на основе каликсаренов [71–73].

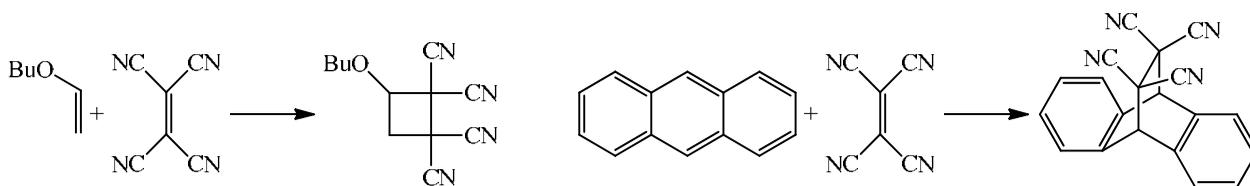


«Супрамолекулярная дружина» 2004 г. Слева направо сидят: А.И.Коновалов, С.Е.Соловьева, Л.А.Кудрявцева; стоят: Э.Х.Казакова, А.Р.Бурилов, М.А.Пудовик, В.В.Горбачук, И.С.Антипин, А.Т.Губайдуллин, А.Р.Мустафина, Л.Я.Захарова, И.И.Стойков.



**Игорь Сергеевич Антипин** (1954 г.р.) – ученик А.И.Коновалова и его преемник по кафедре органической химии (1999 г.). Интересен научный путь И.С.Антипина: от межмолекулярных взаимодействий и сольватации через комплексы включения – криптанлы – к супрамолекулярной химии каликсаренов.

В аспирантуре (1976–1979 г.) под руководством А.И.Коновалова и Б.Н.Соломонова он начал изучение сольватационных эффектов в реакциях циклоприсоединения с участием тетрацианоэтилена и показал, что энергетический уровень переходного состояния в реакциях [2+2]- и [2+4]-циклоприсоединения с участием тетрацианоэтилена изменяется незначительно, а наблюдаемые различия в энергии активации в большей степени обусловлены изменением уровня реагентов.



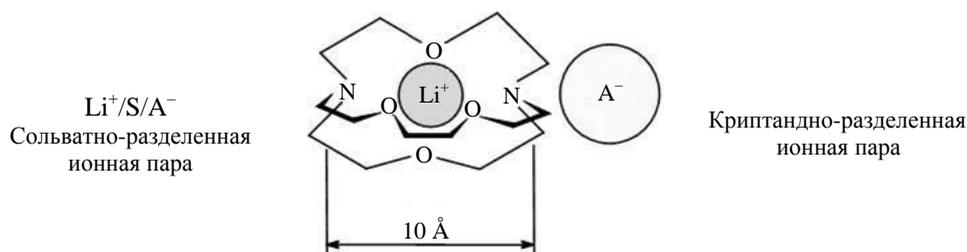
Реакции циклоприсоединения с участием тетрацианоэтилена.

Это было удивительным, учитывая существенные различия в природе переходных состояний исследуемых реакций: синхронное в первом случае и цвиттер-ионное – во втором. Встал вопрос о количественной оценке влияния различных межмолекулярных взаимодействий и, в первую очередь, диполь-дипольных, на энергии сольватации органических соединений, он подробно исследован в работах Б.Н.Соломонова и А.И.Коновалова [74–77].

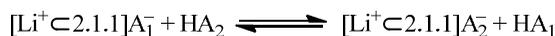
В своей кандидатской диссертации И.С.Антипин также предложил использовать молекулярную рефракцию растворенного вещества в качестве дескриптора для описания энтальпии сольватации органических соединений в неводных растворителях [78]. Позднее им совместно с научной группой академика Н.С.Зефирова была разработана топологическая модель описания дисперсионных взаимодействий [79–81], основанная на новом сольватационном топологическом индексе  ${}^1\chi^S$ , в котором соединение представляется в виде однореберного графа, в котором атомы образуют вершины, а связи – ребра этого графа. Принципиально важно, что для расчета индекса  ${}^1\chi^S$  не требуются никакие экспериментальные характеристики вещества, в отличие от молекулярной рефракции, а необходимо знать лишь его структуру. При этом качество корреляций существенно улучшается.

В 80-е годы И.С.Антипин обратил внимание на интересный класс макробикалицических лигандов – криптанды и их комплексы включения – крипматы, которые были синтезированы в 1969 г. двумя выдающимися учеными Ж.-М.Леном и Ж.-П.Саважем, ставшими впоследствии лауреатами Нобелевской премии по химии в 1989 и 2016 г. соответственно.

Идея создания универсальной модели сольватно-разделенных ионных пар состояла в том, чтобы «одеть» небольшой неорганический катион в толстую «органическую шубу» – криптанд (соединение включения) для того, чтобы предотвратить ассоциацию и агрегацию противоионов. Иными словами, криптанд моделировал первую сольватационную сферу иона, не позволяя аниону близко подойти к катиону и образовать контактную ионную пару.



На основе применения в реакции переноса протона [2.1.1] крипматов литийорганических соединений впервые построена универсальная шкала ионно-парной кислотности органических соединений в растворителях различной сольватирующей способности, свободная от влияния процессов ассоциации, агрегации и сольватации в диапазоне изменения  $pK_a$  от 42 до 6 [82–84].



В настоящее время основные научные интересы И.С.Антипина сконцентрированы на супрамолекулярных системах на основе каликсаренов. За последние 10 лет по химии каликсаренов под его руководством были защищены две докторские диссертации: И.И.Стойковым (2008 г.) и С.Е.Соловьевой (2012 г.).

Основные результаты в области супрамолекулярной химии каликсаренов, полученные за последние два десятилетия А.И.Коноваловым, И.С.Антипиным и их сотрудниками на кафедре органической химии следующие: – Направленной функционализацией нижнего обода (тия)каликс[4]арена синтезированы новые предорганизованные рецепторы на катионы *s*-, *p*-, *d*- и *f*-металлов, органические кислоты и биологически значимые соединения (ДНК, РНК). На их основе получены комплексы «гость–хозяин» и супрамолекулярные системы как в растворе, так и в твердой фазе, обладающие уникальными физико-химическими свойствами, в первую очередь, экстракционными каталитическими и фотофизическими [85–88].

- Синтезирован новый тип амфифильных соединений на основе каликсаренов, обладающих рецепторными и фотополимеризующими свойствами. Получены наноразмерные люминесцирующие везикулы для селективного определения ряда биосубстратов и загрязнителей в живых и природных объектах [89–91].
- С использованием принципов молекулярной тектоники получены новые 1D-3D металл-органические сетки (MOFs) и кластеры на основе функционализированных тиакаликсаренов и выявлены закономерности их образования [92–94].

На кафедре в настоящее время работает 19 преподавателей и 35 научных сотрудников, среди них 3 члена Российской академии наук и 10 докторов наук. На кафедре специализируются 65–70 студентов (специалисты, бакалавры, магистранты) и 28 аспирантов.

Основные научные направления, развиваемые на кафедре в настоящее время:

- Супрамолекулярная химия макроциклических соединений: от синтеза до функциональных устройств и материалов.
- Дизайн и разработка подходов к синтезу инновационных гликоконъюгатов, способных к селективному распознаванию целевых органов и опухолей.
- Применение методов хемоинформатики и компьютерного моделирования для решения актуальных задач химии: QSAR, «BIG DATA», БАЗЫ ДАННЫХ.
- Химическая модификация природных продуктов, выделенных из нетрадиционного растительного сырья, для получения новых биологически активных соединений для ветеринарии и сельского хозяйства.

В настоящее время на кафедре функционируют шесть лабораторий и научных групп:

- Научно-исследовательская лаборатория «Исследования структуры органических соединений» (руководитель – член-корреспондент РАН И.С.Антипин).
- Российско-японская научно-исследовательская лаборатория КФУ – РИКЕН «Лаборатория биофункциональной химии» (руководитель – профессор К.Танака, доцент А.Р.Курбангалиева).
- Российско-французская научно-исследовательская лаборатория «Хемоинформатика и молекулярное моделирование» (руководитель – профессор А.А.Варнек, доцент Т.И.Маджидов).
- Группа по супрамолекулярной химии (руководитель – профессор И.И.Стойков).
- Группа по созданию смарт-наносистем (руководитель – доцент В.А.Бурилов).
- Группа по химии возобновляемого природного сырья (руководитель – член-корреспондент РАН В.Ф.Миронов, доцент А.В.Немтарев).

### 3. Санкт-Петербург. Органическая химия в Северной столице

Предлагаемый вниманию читателей раздел, посвящённый истории возникновения и развития органической химии в Санкт-Петербурге–Петрограде–Ленинграде–Санкт-Петербурге, представляет коллективный труд авторов, профессионально занимающихся органической химией. Некоторую часть имеющегося в ней фактического материала можно найти в жизнеописаниях выдающихся химиков-органиков и в многочисленных публикациях, посвященных отдельным организациям, институтам и кафедрам [95–97]. Однако единой картины, охватывающей все вузы Санкт-Петербурга, в которых занимались преподаванием и исследованиями в области органической химии, насколько известно авторам, до сих пор нет.



Начало преподавания и исследований в области органической химии в Санкт-Петербурге связано с именем **Александра Абрамовича Воскресенского** (1809–1880 г.), ученика известного химика, профессора Г.И.Гесса. В 1836 г. он закончил по первому разряду Главный Педагогический институт, получил золотую медаль и был отправлен за границу, где в 1837–1838 г. стажировался в Берлине у Э.Мичерлиха, Г.Розе, Г.Магнуса и в Гиссене у выдающегося учёного Юстуса Либиха (с 1858 г. – почётного профессора СПбУ), в превосходно оборудованной лаборатории которого изучал природные соединения. Там он впервые установил состав нафталина, хинона, хинной кислоты, теобромину, опубликовал свои первые статьи в «Annalen d. Chemie und Pharmacie» (впоследствии «Liebig's Annalen»). В 1838 г. А.А.Воскресенский вернулся в Россию и сразу начал преподавание в Санкт-Петербургском университете, сначала в должности адъюнкта, затем – ординарного профессора. С 1843 г. он читал в Петербургском университете лекции по органической химии и, кроме этого, преподавал в педагогическом институте, где после смерти Г.И.Гесса заместил своего учителя, в институте путей сообщения, в инженерной академии, в пажеском корпусе и в школе гвардейских подпрапорщиков. Плодом

такой интенсивной педагогической деятельности явилось множество учеников, что и дало Воскресенскому прозвище «дедушки русских химиков». Достаточно сказать, что его учениками были **Н.Н.Бекетов**, **Н.А.Меншуткин**, **Д.И.Менделеев**. Однако такая педагогическая нагрузка почти полностью исключала возможность экспериментальной работы, которой российские профессора долгое время могли заниматься только за границей.



Знакомиться с последними достижениями современной науки в то время также можно было только за рубежом. Меккой органической химии была лаборатория Ю.Либиха в небольшом университете Гиссена. Неудивительно, что место А.А.Воскресенского в этой лаборатории в 1838 г. сразу же занял другой русский ученик, адъюнкт из Казани **Николай Николаевич Зинин** (1812–1880 г.). По результатам выполненных у Либиха исследований производных бензоила в 1841 г. он защитил в Петербурге докторскую диссертацию и по возвращении в Казань получил там место сначала экстраординарного, а потом, уже после открытия превращения нитробензола в анилин (**реакция Зинина**), и ординарного профессора. Но в ноябре 1847 г. он был избран ординарным профессором кафедры химии и физики Императорской медико-хирургической академии в Санкт-Петербурге, а в конце января 1848 г. был утверждён в этой должности, положив начало блестящей плеяде выдающихся химиков-органиков, долгое время заведовавших этой старейшей в России кафедрой химии. «Академический» период биографии Зинина ознаменовался созданием фундаментальной системы преподавания химии врачам, положенной в основу медицинского образования России в последующие 150 лет. Ещё одной его заслугой стало проектирование и постройка в 1863 г. здания Естественно-исторического института МХА, созданного по образцам лучших европейских научных центров и предназначенного не только для работы, но и для проживания академических профессоров.



В 1857 г. в Санкт-Петербург из Одессы вернулся **Дмитрий Иванович Менделеев** (1834–1907 г.). По его просьбе А.А.Воскресенский уступил ему курс лекций по органической химии в Санкт-Петербургском университете, который Д.И.Менделеев впервые прочитал осенью 1858 г., а в 1861 г. он подготовил и первый на русском языке учебник по этому предмету, выдержавший несколько изданий и отмеченный полной Демидовской премией. Тем не менее органическая химия не стала сколько-либо приметной сферой деятельности Д.И.Менделеева. С 1865 г. он возглавлял две кафедры химии (общей и неорганической химии и аналитической и технической химии), входившие тогда в состав естественного отделения физико-математического факультета Петербургского университета, но к органической химии прямого отношения не имевшие.



Неудивительно, что в 1866–1867 г. встал вопрос о приглашении в университет из Казани **Александра Михайловича Бутлерова** (1828–1886 г.), к тому времени уже известного как создателя теории химического строения органических соединений. 11 Мая 1868 г. Совет физико-математического факультета Императорского Санкт-Петербургского университета по представлению Д.И.Менделеева избрал Александра Михайловича Бутлерова ординарным профессором химии, однако без указания кафедры, поскольку Д.И.Менделеев не уступал ему ни одной из двух! Свою первую лекцию по органической химии А.М.Бутлеров прочитал 23 января 1869 г. В этом же году для него была создана кафедра **органической химии** (а кафедру аналитической и технической химии занял **Н.А.Меншуткин**). Тогда же А.М.Бутлеровым была организована лаборатория органической химии, в которой вместе с ним работали его ученики – **Е.Е.Вагнер**, **Г.Г.Густавсон**, **М.Д.Львов**, **В.Е.Тищенко**. Все химические лаборатории помещались на первом этаже здания «Двенадцати коллегий» между главным подъездом и набережной Невы, занимая 25 окон по фасаду, между квартирами Д.И.Менделеева и лаборанта Д.П.Павлова. В 1869 г. А.М.Бутлеров был избран ординарным академиком.



После выхода Н.Н.Зинина в 1864 г. в отставку по выслуге лет заведование кафедрой химии в Медико-хирургической академии перешло к его ученику, **Александру Порфирьевичу Бордину** (1833–1887 г.), который преподавал не только в академии, но и на Высших женских курсах и в Земледельческом институте. Несомненной заслугой Бородина стало создание (впервые в России!) химического практикума с элементами органического синтеза для студентов медицинских вузов. Однако и Зинин не прекращал заниматься химией. В том же году он был назначен на специально созданную для него должность директора химических работ Медико-хирургической академии, а в 1865 г. избран ординарным академиком по технологии и химии.

Важной вехой в жизни российских химиков явилось основание в 1868 г. **Русского химического общества**, первым президентом которого стал Н.Н.Зинин. В это время в Санкт-Петербурге (да и по всей России) начали возникать всё новые и новые «точки роста», в которых занимались преподаванием и исследованиями в области органической химии. Достаточно упомянуть **Технологический институт**, **Земледельческий институт** (ныне **Лесотехнический университет**), **Артиллерийскую академию**. Поэтому далее учебные заведения рассматриваются раздельно, начиная с Санкт-Петербургского университета.



После смерти А.М.Бутлерова в 1886 г. курс лекций по органической химии и заведование кафедрой в университете принял **Николай Александрович Меншуткин** (1842–1907 г.). Еще в 1883 г. Н.А.Меншуткин издал «Лекции по органической химии», которые затем трижды переиздавались и были основным учебным пособием по органической химии в российских университетах до начала XX века. В это время естественное отделение университета существенно расширилось, и химические лаборатории были перенесены в новое здание, построенное по лучшим европейским образцам во дворе университета. Н.А.Меншуткин руководил этим строительством и в 1894 г. прочитал в новом здании первую лекцию по органической химии. В новом помещении лаборатории органической химии под руководством Н.А.Меншуткина изучалась кинетика органических реакций (например, этерификация кислот, алкилирование аминов). Эти работы легли в основу классической химической кинетики.



Большая химическая аудитория СПбГУ (конец XIX века).



Однако в 1902 г. Меншуткин перешёл в Политехнический институт, а во главе кафедры стал ученик А.М.Бутлерова и М.Д.Львова **Алексей Евграфович Фаворский** (1860–1945 г.), работы которого создали новый раздел органической химии – химию ацетиленов. В начале XX века в его лаборатории учились и работали С.Н.Данилов, В.Н.Ипатьев, Ж.И.Июдич, С.В.Лебедев. Здесь были открыты ацетилен-алленовая перегруппировка, кето-енольная таутомерия, изомеризация диметилаллена в изопрен, был впервые получен диоксан.

В 1915 г. на физико-математическом факультете университета открылось химическое отделение, однако в годы революции, гражданской войны и последующей разрухи его деятельность практически прекратилась. Только в 1925 г. началось его возрождение, и химическое отделение получило новое помещение на Среднем проспекте, а после ряда реорганизаций в июне 1929 г. в составе Ленинградского университета был образован химический факультет. Однако уже в 1930 г., в соответствии с решением о создании единого научно-технического центра на базе Технологического института, он был ликвидирован, а студенты переведены в Технологический институт. В 1933 г. химический факультет университета был восстановлен в составе четырёх кафедр, в том числе и кафедры органической химии. С 1 сентября 1933 г. её заведующим стал ученик В.Е.Тищенко Константин Александрович Тайпале (1882–1937 г.).

Несколько позже, в 1934 г., как исследовательское подразделение университета был основан **Химический институт**, в состав которого вошла специальная лаборатория органической химии, которой до 1941 г. руководил А.Е.Фаворский. В довоенное время лаборатория А.Е.Фаворского стала настоящей кузницей научных кадров по органической химии. В этот период он создал Институт органической химии в Москве, а также организовал

новые научные направления в Технологическом институте. С А.Е.Фаворским тогда работали будущие академики **И.Н.Назаров** и **Г.А.Разуваев**, профессора **Н.А.Домнин**, **Т.И.Темникова**, **А.И.Захарова**, **Ф.Я.Первеев**, **И.А.Дьяконов**, **К.А.Оглоблин**.

После смерти К.А.Тайпале в ноябре 1937 г. заведовать кафедрой стал **Борис Николаевич Долгов** (1894–1959 г.) – один из немногих уцелевших учеников В.Н.Ипатьева, крупный специалист по гетерогенному катализу органических реакций и применению высоких давлений в органической химии. По его инициативе в 40-х годах на кафедре была создана **лаборатория катализа**, а позже **лаборатория высоких давлений**.



В 1959 г. кафедру принял **Иван Александрович Дьяконов** (1911–1968 г.) – ученик А.Е.Фаворского. И.А.Дьяконов занимался химией алифатических diazosоединений и малых циклов, был пионером исследований в области химии карбенов. Он резко изменил и на многие годы вперёд определил тематику научных исследований, привлёк к работе на кафедре ряд новых преподавателей. Результатом плодотворной деятельности Ивана Александровича и его коллег – Б.В.Иоффе, К.А.Оглоблина, И.А.Фаворской, И.К.Коробицыной стала модернизация учебного процесса и интенсификация научно-исследовательских работ.

На кафедре были сформированы две специализации: органический синтез и органический анализ. В 1967 г. дополнительно к существовавшей на кафедре **лаборатории органического анализа** была создана **лаборатория газовой хроматографии**, которой долгое время руководил **Борис Вениаминович Иоффе** (1921–1997 г.). Б.В.Иоффе, безусловно, являлся одним из самых ярких профессоров кафедры. Им были организованы практикумы по современным методам органического синтеза (с 1962 г.) и газовой хроматографии (с 1966 г.), создан курс лекций по применению физических методов исследования в органической химии, который он блестяще читал в течение нескольких десятилетий. Б.В.Иоффе возглавил и развил новое научное направление – парофазный анализ сложных смесей и реакционных систем, причем сам термин «парофазный анализ» был предложен Б.В.Иоффе в качестве русского аналога английского названия «head-space analysis».



В.П.Семенов, А.А.Потехин, К.А.Оглоблин,  
Б.В.Иоффе. 1989 г.

С 1969 по 1989 г. кафедру возглавлял **Константин Александрович Оглоблин** (1914–2005 г.) – последний аспирант А.Е.Фаворского. С 1989 г. и до марта 2007 г. кафедрой заведовал его ученик **Анатолий Алексеевич Потехин** (1938–2007 г.), основные интересы которого лежали в области химии гетероциклических соединений. С марта 2007 г. кафедрой руководит ученик Б.В.Иоффе **Михаил Анатольевич Кузнецов**.

Современная научная тематика кафедры органической химии имеет прочные исторические корни. Прежде всего, следует отметить ведущие свое начало от работ А.Е.Фаворского исследования в области производных ацетилена и диацетилена, которые интенсивно ведутся в группах профессоров **И.А.Баловой** и **А.В.Васильева**. Пионерские работы И.А.Дьяконова по химии diazosоединений, карбенов, малых циклов нашли свое продолжение и развитие в трудах профессоров **Р.Р.Костикова**, **М.А.Кузнецова**, **А.П.Молчанова**, **В.А.Николаева**, **М.С.Новикова**, **Л.Л.Родиной**, **А.Ф.Хлебникова** и их учеников. Наследие Б.В.Иоффе и А.А.Потехина в области химии органических производных гидразина, химии гетероциклических соединений разрабатывается группами **М.А.Кузнецова**, доцентов **П.С.Лобанова** и **В.В.Соколова**, а аналитическая тематика Б.В.Иоффе приумножается трудами профессоров **И.Г.Зенкевича** и **Л.А.Карцовой**.

Помимо кафедры органической химии в так называемый «органический куст» Института химии (до 2014 г. – химического факультета) СПбГУ входят ещё три: кафедра **физической органической химии**, кафедра **химии высокомолекулярных соединений** и кафедра **химии природных соединений**.



Возникновение кафедры **химии высокомолекулярных соединений** связано с именем **Сергея Васильевича Лебедева** (1874–1934 г.), ученика А.Е.Фаворского, создателя отечественного синтетического каучука. В 1900 г. он закончил Петербургский университет. После его окончания работал на мыловаренном заводе, а затем поступил в Комиссию по исследованию рельсовой стали, за работу в которой получил золотую медаль Международной выставки железнодорожного дела в Милане. В 1902 г. С.В.Лебедев возвращается в университет лаборантом-химиком в отделение технической химии и количественного анализа, но в 1904 г. мобилизуется в армию, откуда вновь возвращается в университет. В 1913 г. Лебедев защитил магистерскую диссер-

тацию на тему «Исследование в области полимеризации двуэтиленовых углеводородов» и занял должность приват-доцента университета. В это же время он избирается профессором Психо-неврологического института, читает в университете курс химии гетероциклических соединений, в 1915 г. становится профессором Женского педагогического института, читает курс неорганической химии в Институте инженеров путей сообщений, а с 1917 г. принимает заведование кафедрой химии Военно-медицинской академии.

В 1925 г. С.В.Лебедев начал работать на химическом отделении физико-математического факультета университета, где возглавил «уклон» (специализацию) по химии нефти и организовал лабораторию для разработки метода получения дивинила из нефти и превращения его в каучук. Позже С.В.Лебедев разработал способ получения дивинила из этилового спирта, который был внедрён в промышленность. За заслуги в области получения синтетического каучука в 1929 г. его избрали членом-корреспондентом Академии наук, а в 1932 г. С.В.Лебедев стал её действительным членом.

В 1938 г. имя С.В.Лебедева было присвоено созданной на химическом факультете лаборатории высокомолекулярных соединений, руководителем которой стал А.Е.Фаворский. В октябре 1944 г. на базе этой лаборатории была создана первая в Советском Союзе кафедра **химии высокомолекулярных соединений**. Ученики и соратники С.В.Лебедева стали её первыми преподавателями, а его идеи долго определяли основное направление научно-исследовательской работы кафедры.

Первым её заведующим (до 1950 г.) стал ученик А.Е.Фаворского, член-корреспондент АН СССР, академик Академии артиллерийских наук **Степан Николаевич Данилов** (1889–1978 г.), крупный специалист в области органической химии и химической технологии природных и синтетических полимеров. Профессор **Анастасия Иосифовна Якубчик** (1894–1973 г.), ученица и соратница академика С.В.Лебедева, руководила кафедрой в 1950–1973 г. С 1973 по 1983 г. кафедрой заведовал **Борис Иванович Тихомиров** (1933–1983 г.). Под его руководством на кафедре начались работы по синтезу и изучению свойств полисопряженных полимеров, актуальность которых по-настоящему оценили только через 20 лет. С 1984 по 1990 г. заведующим кафедрой был **Вячеслав Сергеевич Иванов** (1925–1995 г.), который внёс значительный вклад в развитие радиационной химии полимеров. С 1990 г. кафедрой заведует **Александр Юрьевич Билибин**. Его работы в области синтеза жидкокристаллических полимеров получили международное признание. Перспективными и многообещающими являются разрабатываемые направления в области химии дендримеров, супрамолекулярных систем, биодegradуемых полимеров.

Весной 1945 г. А.Е.Фаворский предложил С.Н.Данилову, совсем недавно принявшему кафедру химии высокомолекулярных соединений, организовать и возглавить на химическом факультете кафедру **строения органических соединений**, которая и была создана во многом на базе лаборатории А.Е.Фаворского в 1946 г., уже после его смерти. В год создания в её состав входили профессора Н.А.Домнин, Т.А.Фаворская, Т.И.Темникова, а также научные сотрудники И.А.Дьяконов, И.А.Фаворская, К.А.Оглоблин, В.Ф.Мартынов и др. Впоследствии многие из них возглавили другие кафедры химического факультета университета: И.А.Дьяконов, а после его смерти К.А.Оглоблин – кафедру органической химии, В.Ф.Мартынов – кафедру химии природных соединений.



С.Н.Данилов заведовал кафедрой с 1946 по 1952 г. Наряду с этим, в 1947–1949 г. он также был директором Научно-исследовательского института химии ЛГУ, а с 1950 г. стал руководить Институтом высокомолекулярных соединений АН СССР. В 1952 г. заведование принял ученик, сотрудник и зять А.Е.Фаворского **Никита Андреевич Домнин** (1903–1973 г.), который активно участвовал в создании кафедры. Помимо этого, в 1946–1948 г., а затем в 1952–1953 г. он был деканом Химического факультета, ректором ЛГУ (1948–1950 г.) и директором НИИХ ЛГУ (1950–1958 г.). Будучи ректором, он категорически отказался подписывать приказ об увольнении преподавателей и сотрудников биологического факультета, не разделявших взгляды Т.Д.Лысенко, а также возражал против необоснованных нападок на преподавателей филологического факультета.



С 1965 по 1975 г. кафедрой заведовала **Татьяна Ивановна Темникова** (1899–1989 г.). Её научная деятельность началась в 1920 г. в Пермском университете под руководством Г.А.Арбузова (см. раздел 6). В 1931 г. по приглашению А.Е.Фаворского Т.И.Темникова перешла на химический факультет Ленинградского университета, с которым связана вся её последующая научная и педагогическая работа. Уже с 30-х годов Т.И.Темникова становится одним из первых и наиболее активных пропагандистов использования электронных представлений для описания механизмов органических реакций и реакционной способности органических соединений. Это нашло своё отражение в лекционном курсе теоретических основ органической химии, который она читала в течение нескольких десятилетий, а также в появившемся в 1959 г. учебнике

«Теоретические основы органической химии», который расширялся и перерабатывался в 1962 и 1969 г., а в 1979 г. вышел уже в соавторстве с А.С.Днепровским.

В 1967 г. при кафедре была организована лаборатория спектроскопии ЯМР, а в 1968 г. – группа масс-спектрометрии. Широкое внедрение в практику работ кафедры физических методов послужило поводом для её переименования в 1969 г. в кафедру **физической органической химии**. Ученик Т.И.Темниковой **Борис Александрович Ершов** заведовал кафедрой в 1976–1984 г. В 1984–1989 г. ею руководил ученик И.А.Дьяконова **Рафаэль Равилович Костиков**, которого сменил ещё один воспитанник Т.И.Темниковой, **Алексей Самсонович Днепровский** (1939–2003 г.), заведовавший кафедрой с 1990 по 2003 г. Обладая исключительным талантом педагога, А.С.Днепровский испытывал душевную потребность передать свои знания молодёжи. В 1966–1972 г. он преподавал в школе-интернате № 45 (при ЛГУ), был одним из самых активных организаторов школьных химических олимпиад. Свыше 30 лет он читал курс лекций по теоретическим основам органической химии, ежегодно обновляя и обогащая его последними научными достижениями, неоднократно признавался лучшим преподавателем факультета.

После ранней смерти А.С.Днепровского кафедрой несколько лет заведовал ученик Т.И.Темниковой **Владимир Семёнович Караван**, а с 2007 г. ею руководит член-корреспондент РАН **Вадим Юрьевич Кукушкин**, специалист в области химии координационных соединений и органического синтеза с участием комплексов металлов.



У истоков создания кафедры **химии природных соединений** стоял **Георгий Васильевич Пигулевский** (1888–1964 г.). Выпускник СПбУ 1910 г., он уже в 1911 г. начал преподавательскую деятельность в университете. В 1934 г. он был утверждён профессором ЛГУ, и ему было поручено руководство лабораторией **биопродуктов** при кафедре органической химии. Ещё в 1937 г. он первый из советских химиков-органиков стал использовать молекулярную спектроскопию для установления строения соединений. В годы Великой Отечественной войны под его руководством был налажен синтез стрептоцида, фенамина и ряда других лекарственных препаратов. С 1943 по 1963 г. он также работал старшим научным сотрудником и заведующим биохимической лабораторией Ботанического института им. В.Л.Комарова АН СССР. В 1957 г. лаборатория биопродуктов была преобразована в **проблемную лабораторию химии природных соединений**, а в сентябре 1963 г. на её базе была создана кафедра **химии природных соединений**. Возглавил кафедру **Вячеслав Федорович Мартынов** (1913–1993 г.), незадолго до того (1962 г.) защитивший докторскую диссертацию на кафедре строения органических соединений. К традиционным для лаборатории биопродуктов исследованиям соединений, выделяемых из растений, по его инициативе добавились работы по синтезу и исследованию свойств биологически активных пептидов. Это направление получило стремительное развитие после возвращения молодых сотрудников кафедры, направленных на стажировку в институт органической химии и биохимии АН ЧССР, где работали специалисты европейского уровня в области пептидной химии. В 1988 г. заведовать кафедрой стал его ученик **Александр Григорьевич Шавва**, занимавшийся синтезом модифицированных стероидов, а с 2013 г. – выпускник Технологического института, ученик В.А.Островского, **Ростислав Евгеньевич Трифонов**.

Следующим в иерархии центров развития органической химии в Санкт-Петербурге, безусловно, является старейший технологический институт России, **Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет)**, который был основан 28 ноября 1828 г. указом Императора Николая I, а официально открыт 11 октября 1831 г. Уже с 1834 г. наряду с неорганической в нём начали изучать аналитическую и органическую химию. **Г.И.Гессом** была открыта химическая лаборатория, где в ходе практических работ студенты изготавливали ряд химических соединений, в том числе и органических. С 1863 г. читал курс органической химии и руководил химической лабораторией Д.И.Менделеев, а с 1866 г. – **Фёдор Фёдорович Бейльштейн** (Konrad Friedrich Beilstein) (1838–1906 г.).



Классический «русский немец» **Ф.Ф.Бейльштейн** родился, закончил школу и умер в Санкт-Петербурге, но химическое образование (Р.В.Бунзен, Гейдельберг; Ю.Либах, Мюнхен; Ф.Вёлер, Гёттинген) и звание профессора (Гёттинген, 1865 г.) получил в Германии. В 1865 г. он был приглашён в Санкт-Петербургский технологический институт, где с 1866 г. возглавил химическую лабораторию, в том же году стал профессором Петербургского университета, читал также лекции по химии в Николаевской инженерной академии. С 1883 г. Ф.Ф.Бейльштейн – член-корреспондент, а с 1886 г. – академик Петербургской Академии наук. Мировую известность ему принес созданный им справочник по органической химии (**справочник Бейльштейна**).

В 1867 г. Бейльштейн принял российское подданство, однако права на издание своего справочника он передал Немецкому химическому обществу.

Датой создания кафедры **органической химии** в Технологическом институте считается 1896 г., поскольку с 1896 по 1897 г. здесь читал лекции и занимал должность профессора по органической химии ученик А.М.Бутлерова **Михаил Дмитриевич Львов** (1848–1899 г.). С 1897 по 1908 г. кафедрой заведовал **А.Е.Фаворский**. В 1899 г. была начата постройка новой химической лаборатории – Менделеевского корпуса, где в настоящее время размещается кафедра органической химии. С 1909 по 1922 г. кафедрой руководил выдающийся учёный, оставивший яркий след в самых разных областях химии, **Лев Александрович Чугаев** (1873–1922 г.), а с 1923 г. снова **А.Е.Фаворский** и представители его научной школы: с 1934 по 1948 г. **Юлий Сигизмундович Залькинд** (1875–1948 г.), а с 1948 по 1950 г. **Эльфрида Давыдовна Венус-Данилова** (1890–1968 г.).



С 1951 по 1987 г. кафедрой заведовал **Анатолий Александрович Петров** (1913–1992 г.). В 1931 г. он поступил на химический факультет Воронежского государственного университета, который окончил экстерном в 1933 г. В 1936 г. Анатолий Александрович защитил кандидатскую, а уже в 1941 г. (в 28 лет!) – докторскую диссертацию, официальными оппонентами на защите которой были академики А.Е.Фаворский и Б.А.Казанский. А.А.Петров – профессор Ленинградского института авиационного приборостроения (1945 г.), профессор ЛТИ (1951 г.), член-корреспондент АН СССР (1966 г.). После ухода А.А.Петрова с поста заведующего кафедрой руководили его ученики – с 1987 по 1999 г. **Мирослав Дмитриевич Стадничук** (1934–2013 г.), с 1999 по 2003 г. **Владимир Алексеевич Галишев** (1946–2011 г.) и с 2004 г. **Михаил Львович Петров**.

Проводимые на кафедре научные исследования были связаны с химией непредельных соединений – ароматических углеводородов и их производных в работах Бейльштейна, этиленов в работах Львова и ацетиленов у Фаворского и его учеников. С приходом А.А.Петрова традиция не была нарушена – основными объектами исследования стали высоконепредельные соединения. В этот период на кафедре была создана первая в стране **лаборатория физических методов в органической химии**, занимавшаяся решением конкретных задач структурной органической химии, там были выполнены пионерские работы в области гетероядерного двойного магнитного резонанса. Профессором кафедры **Б.И.Иониным**, д.х.н. **А.И.Кольцовым** (ИВС) и профессором **Б.А.Ершовым** (ЛГУ) была написана книга «ЯМР-спектроскопия в органической химии» (1967 г.), в 1970 г. вышедшая в США на английском языке. На кафедре был создан основной учебник для химико-технологических вузов по органической химии, который выдержал 5 изданий, издан «Сборник задач и упражнений по органической химии», «Лабораторные работы по органической химии» и «Практикум по органической химии».

Под руководством **М.Д.Стадничука** были разработаны методы синтеза 1,3-диеновых, ениновых и диеновых кремний- и германийорганических соединений, изучена возможность их применения в различных процессах полимеризации. Они также послужили модельными соединениями для исследований закономерностей присоединения к сопряженным кратным связям. Непредельные оловоорганические соединения (группа **В.С.Завгороднего**) стали основой для получения разнообразных производных ацетилена, винилацетилена и диацетилена путём переметаллирования. Впервые были получены соединения с триалкилстаннильными группами при ацетиленовом атоме углерода производных винилацетилена. Сформировалось новое научное направление – химия непредельных фосфорорганических соединений (руководитель **Б.И.Ионин** и в.н.с. **А.В.Догадина**). На основе реакций ацетиленфосфонатов с нуклеофильными реагентами разработаны оригинальные методы синтеза гетероциклов, содержащих фосфор.

Работа группы **М.Л.Петрова** ведется в области непредельных соединений серы и ее аналогов (селен, теллур). Выявлены фундаментальные закономерности реакционной способности непредельных производных этого типа, разработаны методы синтеза и функционализации гетероциклических систем на основе 1,2,3-тиа- и селенадиазолов с целью получения лекарственных и пестицидных препаратов.

Две другие кафедры органического направления СПбГТИ (ТУ) имеют подчеркнuto «гражданские» названия – кафедра **химии и технологии органических соединений азота (ХТОСА)** и кафедра **химии и технологии высокомолекулярных соединений (ХТВМС)**. Однако долгие годы эти подразделения имели только свои номера, и в связи с закрытым характером почти всех проводящихся там исследований на полноту освещения их деятельности рассчитывать трудно и по сей день. Обе они были созданы в Ленинградском химико-технологическом институте в начале 30-х годов прошлого века для решения кадровых проблем советской оборонной промышленности.

**Кафедра ХТОСА** [98]. Подготовка инженерных кадров по специальности «Химия и технология взрывчатых веществ» была начата в 1926 г. в **специальной лаборатории взрывчатых веществ (ВВ)** химического факуль-

тета ЛГУ, а также в Научно-технической лаборатории Морского Ведомства. В 1930 г. ряд химических факультетов вузов Ленинграда слили в единый Ленинградский химико-технологический институт, причём на базе университетской лаборатории ВВ был создан специальный (военно-промышленный) факультет для подготовки



инженеров-технологов для оборонной промышленности. В 1932 г. в ЛХТИ по этому направлению была образована кафедра, во главе которой встал ученик и последователь Д.И.Менделеева **Семён Петрович Вуколов** (1863–1940 г.). Первоначально кафедра имела шифр «Д» и готовила специалистов в области ВВ, снаряжения боеприпасов и пиротехники. В 1934 г. она получила условный шифр «кафедра 34», с 1959 по 1976 г. «кафедра 0814», после чего стала называться кафедрой **химии и технологии органических соединений азота**. Это название кафедры сохраняется и по сей день.



Хотя С.П.Вуколов не дожил до начала Великой Отечественной войны, его вклад в будущую победу сложно переоценить: благодаря своему педагогическому таланту, он, помимо своих изобретений и научных трудов, подготовил для страны целую когорту высококлассных специалистов по взрывчатым веществам. Продолжателем дела С.П.Вуколова стал его ученик, крупный специалист в области химии высокоэнергетических соединений **Лев Ильич Багал** (1897–1978 г.), который заведовал этой кафедрой с 1940 по 1968 г. Им были созданы научные школы, активно работающие и по сей день, а его работы определили магистральные направления развития химии и технологии нитросоединений алифатического, ароматического и гетероциклического рядов.



Кафедра ХТОСА в 1934 г. В переднем ряду, слева направо: В.С.Шпак, Л.И.Багал, С.П.Вуколов.



Среди учеников С.П.Вуколова и соратников Л.И.Багала необходимо отметить академика, Героя Социалистического труда **Владимира Степановича Шпака** (1909–2009 г.). Под его руководством был разработан технический процесс производства гексогена, которое было организовано во время войны в Казани, синтезированы многие высокоэнергетические соединения различных классов, разработаны технологии их производства и практического применения. В.С.Шпак являлся одним из создателей новой отрасли советской химической промышленности – производства фторорганических соединений. В 1948 г. В.С.Шпак был назначен заместителем директора Государственного института прикладной химии (ГИПХ), в 1953 г. стал его директором, однако остался работать на кафедре по совместительству.

С 1953 г., после выхода Постановления Совета Министров СССР о разработке новых мощных взрывчатых веществ для систем стратегических вооружений, были начаты работы по синтезу и технологии производства полинитроалканов и нитраминов. В 60-х годах на кафедре сложилось новое научное направление – синтез и технология высокоплотных каркасных ВВ на основе адамантана и других полициклических углеводородов. Были разработаны методы синтеза полинитроадамантанов. Интенсивно проводились поиски путей синтеза

полициклических нитраминов. В 1971 г. на кафедре был впервые получен тетранитрогликольбурил – высокоплотное мощное ВВ, и бициклические нитрамины, в том числе 1,1'-би(2,4,6-тринитро-2,4,6-триазадициклогексил) – димер штатного ВВ гексогена.



Ученик В.С.Шпака и Л.И.Багала **Борис Вениаминович Гидасов** (1933–2007 г.) заведовал кафедрой с 1969 по 1977 г. Многие годы он работал в области химии и технологии азотсодержащих соединений. На основе его работ было создано несколько крупнотоннажных производств, обеспечивших страну важными для её обороноспособности энергонасыщенными соединениями и материалами. Под руководством Б.В.Гидасова осуществлялись пионерские исследования полиазотистых соединений (азотистых гетероциклов, азо-, диазо- и азидосоединений) как ВВ, компонентов ракетных и специальных топлив, объемно-детонирующих систем. Были впервые синтезированы полинитроалкилнитрамины – мощные ВВ и окислители смесевых твёрдых ракетных топлив (СТРТ), создано опытно-промышленное производство новых экологически чистых окислителей СТРТ – солей динитрамида. В 1976 г. за работы в этой области он вместе с коллегами был награждён Ленинской премией. В 1977 г. он был назначен генеральным директором ГИПХа, сменив на этом посту В.С.Шпака. С 1977 по 1988 г. кафедрой руководил **Валентин Дмитриевич Николаев**, продолжавший традиции, заложенные Л.И.Багалом и Б.В.Гидасовым.

Ученик Л.И.Багала **Игорь Васильевич Целинский** заведовал кафедрой ХТОСА с 1988 по 2013 г. Его работы охватывают широкий круг вопросов, касающихся физической химии, кинетики и реакционной способности органических соединений азота, химии и технологии нитро-, азидо- и азокисоединений алифатического, жирноароматического и гетероциклических рядов, а также элементоорганических соединений. В начале 60-х годов, в связи с поставленной проблемой создания высокоимпульсных СТРТ под руководством Б.В.Гидасова и И.В.Целинского были развёрнуты исследования по синтезу и изучению свойств алифатических азидов как компонентов СТРТ, проведена широкомасштабная разработка методов синтеза и первичной технологии получения алифатических полиазидосоединений. Особое внимание было уделено азидам, содержащим в своем составе нитро- и нитратные группы.



Параллельно изучалось строение и реакционная способность азидосоединений, в частности, их реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения. Мировое признание получили исследования механизмов секстетных молекулярных перегруппировок, выполненные под руководством **Григория Исаковича Колдобского** (1933–2009 г.). Ещё по инициативе Л.И.Багала на кафедре стала развиваться химия и технология гетероароматических полиазотистых соединений – три- и тетразолов, оксадиазолов и их *N*-оксидов. В области химии тетразола и 1,2,4-триазола, где плодотворно работали Г.И.Колдобский и В.А.Островский, М.С.Певзнер и Т.П.Кофман, коллектив кафедры входит в число признанных мировых лидеров.

Под руководством **Владимира Ароновича Островского** проведена масштабная коррекция исследований кафедры в сторону разработки и производства фармацевтических препаратов. В частности, в развитие работ по полиазидосоединениям разработана технология получения эффективного препарата против СПИДа. С участием ученых кафедры и СКТБ «Технолог» создана гибкая производственная система «Азолы», на установках которой осуществлён малотоннажный выпуск более двадцати азотистых гетероциклов для использования в медицине, сельском хозяйстве, промышленности. После 2013 г. кафедрой ХТОСА заведовали **Валерий Юрьевич Далматов** и **Борис Михайлович Ласкин**. С 2017 г. обязанности заведующего исполняет **Александр Александрович Кирюшкин**.



Становление и развитие кафедры **ХТВМС** связано с именем **Степана Николаевича Данилова**. В 1930 г. он создает в ЛХТИ первую в Советском Союзе кафедру технологии искусственного волокна, в 1933 г. объединенную с кафедрой технологии порохов, созданной при организации уже упоминавшегося выше специального военно-химического факультета Ленинградского химико-технологического института в 1930 г. Её заведующим был крупный специалист пороховой промышленности **Николай Акимович Голубицкий** (1874–1938 г.), который до этого работал начальником ЦЗЛ, главным химиком Тамбовского и Охтинского пороховых заводов, руководителем отдела порохов в Военно-химическом научно-исследовательском институте.

Объединённая кафедра **химической переработки целлюлозы** (затем – кафедра ХТВМС) выпускала специалистов по химии и технологии полимерных композиций, порохов и твердых ракетных топлив. Её заведующим С.Н.Данилов был до 1972 г., а научным руководителем оставался до конца жизни (1979 г.).

Как ведущий ученый в области целлюлозы, Степан Николаевич постоянно привлекался к выполнению НИР, связанных с использованием её нитратов в боеприпасах. Так, ещё в 1923–1931 г. он работал инженером-химиком Института прикладной химии, являлся консультантом Охтинского химкомбината. Вместе с сотрудниками кафедры он создаёт новые варианты пироксилиновых и баллиститных порохов для стрелкового оружия и артиллерии, участвует в создании баллиститных топлив для реактивных систем. О весомости вклада С.Н.Данилова в решение этих проблем говорит то, что в 1947 г. он был избран действительным членом Академии артиллерийских наук.

Профиль специалистов, выпускаемых кафедрой, менялся в зависимости от требований промышленности. До 1933 г. готовились инженеры-пороховики сравнительно узкого профиля. С 1933 г. кафедра давала широкую подготовку по химической переработке целлюлозы и её эфиров. После войны на кафедре началось преподавание по двум направлениям: готовились инженеры-технологи по специализации технология нитроцеллюлозных порохов и исследователи по специализации технология нитроцеллюлозных твердых ракетных топлив (ТРТ). Со второй половины 50-х годов в стране начинаются работы по созданию нового типа энергетических конденсированных систем – смесевых твердых ракетных топлив (СТРТ) для межконтинентальных ракет стратегического назначения. Это потребовало подбора энергонасыщенных, прочных и эластичных связующих. Кафедра начала специализироваться в данной области и за короткий срок превратилась в один из авторитетных научных центров этого профиля.

В 1972 г. заведующим кафедрой избран доктор технических наук **Николай Григорьевич Рогов** (1930–2002 г.). С 1995 г. ею руководит **Михаил Алексеевич Ищенко**. В работах кафедры можно выделить следующие традиционные направления: синтез, модификация и разработка технологии получения новых компонентов порохов и ТРТ; разработка рецептур и исследование свойств порохов, ТРТ и СТРТ; исследования и поиски возможностей регулирования баллистических характеристик порохов и ТРТ.

После изложения истории двух крупнейших центров преподавания и исследований в области органической химии перейдем к имеющей давние и славные традиции кафедре **химии Императорской Медико-хирургической** (с 1881 г. – **Военно-медицинской**) академии, основанной в 1798 г.

После скоростной кончины в 1887 г. А.П.Бородина заведовать этой кафедрой стал его ученик и зять **Александр Павлович Дианин** (1851–1918 г.), научное наследие которого довольно невелико. Тем не менее в историю химии он вошел как автор собственной реакции (реакция конденсации фенолов с кетонами – **реакция Дианина**) и целого класса органических соединений – диановых смол. В 1890 г. произошло разделение кафедры химии на две – кафедру **неорганической, аналитической и органической химии** и кафедру **медицинской химии** (впоследствии – кафедра **биохимии**). К сожалению, ряд реформ, предпринятых военным министерством в конце XIX века и впоследствии отмененных, привел к заметному падению уровня преподавания в академии фундаментальных дисциплин.

В 1916 г. А.П.Дианин был уволен в отставку «в связи с истечением продолжительности срока службы», и в начале 1917 г. начальником кафедры стал уже упоминавшийся ранее **С.В.Лебедев**. Оценку ситуации на этот момент дают слова самого Лебедева: *«Помещение и оборудование кафедр обеих химий не только совершенно неудовлетворительно, но прямо-таки унижительно для учреждения с такими высокими традициями, как академия. Если во время всемирно известного Н.Н.Зинина, в 1863 году химическая лаборатория была образцовая в России, то в настоящее время она является, по крайней мере, в Петербурге самой плохой...»*. А всего через год после прихода на кафедру Лебедева страна была ввергнута в разруху гражданской войны. Была введена жесткая экономия реактивов, вместо газа приходилось работать на керосиновых лампах.

С.В.Лебедев лично «выбивал» необходимое оборудование. Штат кафедры во главе с ним ходил на Неву добывать лед для охлаждающих смесей. Предпринятые начальником кафедры усилия, преследовавшие две цели – обеспечить высокий уровень всесторонней химической подготовки врачей и возродить былую славу кафедры как научного центра в области органической химии, довольно быстро вывели её из застоя и обеспечили тот фундамент, на котором поднялись позднее замечательные открытия С.В.Лебедева. Венцом его деятельности стал синтез искусственного каучука из отечественного сырья, выполненный им в рамках всемирного конкурса, объявленного ВСНХ СССР в 1926 г.

С.В.Лебедев оставил кафедру в январе 1934 г., всего за несколько месяцев до своей смерти. Лучшая часть его творческой жизни, наиболее значительные открытия, прославившие его имя и всю отечественную науку, навсегда связаны с кафедрой химии Военно-медицинской академии. Имя Лебедева носит улица в Санкт-Петербурге, на которой находится главное здание академии.

Уход яркой, талантливой личности, какой был С.В.Лебедев, не мог пройти безболезненно. В начале 1934 г. руководство кафедрой перешло в руки **Николая Николаевича Андреева** (1879–1961 г.), с 1926 г. преподававшего курс физической и коллоидной химии. К сожалению, Н.Н.Андреев вопросами органической химии не интересовался, что привело к конфликту со сформированным во времена Лебедева кафедральным коллективом. В связи с этим некоторые сотрудники оставили кафедру. Другие же пытались индивидуально продолжать темы С.В.Лебедева.

Внутреннее напряжение разрешилось очередным разделением коллектива – на кафедру неорганической и аналитической химии с курсом физколлоидной химии и кафедру органической химии, начальником которой был утвержден ученик А.Е.Фаворского **Петр Александрович Ашмарин** (1888–1941 г.). Военное время и первые послевоенные годы характеризуются частыми сменами руководства обеих кафедр, взаимными переходами сотрудников между ними. Поэтому неудивительно, что в 1951 г. их вновь объединили в кафедру **химии ВМА** под руководством ученика С.В.Лебедева **Якова Михайловича Слободина** (1904–1994 г.), для которого это стало уже четвертым (!) назначением на должность начальника кафедры.

В 1953 г. Я.М.Слободин вернулся на должность старшего преподавателя, а начальником кафедры химии был назначен выпускник ЛТИ, в 1935 г. первым в СССР защитивший диссертацию на соискание степени доктора химических наук (до этого степень доктора наук присваивалась по совокупности трудов), **Исаак Соломонович Иоффе** (1900–1973 г.). В 1956 г. последовало слияние ВМА и Военно-морской медицинской академии (ВММА), в результате чего в кафедру химии ВМА влилась соответствующая кафедра ВММА, и руководство единой кафедрой было также поручено И.С.Иоффе. Областью его научных интересов являлась химия органических красителей и лекарственных соединений. И.С.Иоффе – автор учебника по органической химии для медицинских вузов, который выдержал три издания и был переведен на румынский и венгерский языки.

После смерти И.С.Иоффе руководство кафедрой химии ВМА принял ученик Б.В.Иоффе **Кирилл Николаевич Зеленин** (1938–2004 г.). В 1963 г. он пришёл на должность ассистента кафедры из Ленинградского университета после окончания аспирантуры и защиты кандидатской диссертации. В 1968 г. стал доцентом кафедры, а еще через десять лет – профессором. Его приход дал мощный импульс развитию на кафедре научных исследований с применением самых современных физико-химических методов. Их основным направлением являлся синтез, изучение строения и свойств органических производных гидразина с целью получения новых физиологически активных соединений. Много сделал Кирилл Николаевич и для совершенствования преподавания химии огромному в то время потоку курсантов ВМА. В 1998 г. им был написан и издан оригинальный по построению и подаче материала учебник для будущих врачей (К.Н.Зеленин. Химия. Учебник для медицинских вузов), второе издание которого появилось в 2003 г. (К.Н.Зеленин, В.В.Алексеев. Химия. Общая и биоорганическая: Учебник для студентов медицинских вузов). О научном авторитете К.Н.Зеленина говорит и то, что он, не являясь медиком, чуть ли не впервые после Н.Н.Зинина и А.П.Бородина был избран академиком ВМА.

В 2004 г. К.Н.Зеленина сменил его ученик, выпускник кафедры физической органической химии ЛГУ **Валерий Владимирович Алексеев** (1957–2014 г.), продолжавший традиции и тематику, заданную К.Н.Зелениным. Однако в возрасте 56 лет он скоропостижно скончался, и в настоящее время кафедрой руководит выпускник кафедры органической химии ЛГУ **Николай Николаевич Химич**.

Ненамного короче история преподавания органической химии в **Санкт-Петербургском лесотехническом университете**, традиции которой были заложены многими известными учеными. Это учебное заведение ведёт свою родословную от основанного в 1803 г. Царскосельского лесного училища, вскоре переименованного в Лесной институт, и ещё много раз менявшего своё название. В 1837 г. Лесной институт был преобразован в Лесной и межевой институт, а в 1862 г. – в Лесную академию, которая годом позже превратилась в Земледельческий институт. С 1 октября 1863 г. чтение в нём курса химии было поручено по совместительству адъюнкт-профессору Медико-хирургической академии А.П.Бородину. В 1864 г. на должность профессора химии был приглашен другой ученик Н.Н.Зинина, **Александр Николаевич Энгельгардт** (1832–1893 г.). До этого А.Н.Энгельгардт совместно с Н.Н.Соколовым открыли первую в России частную платную химическую лабораторию, которая функционировала с 1857 по 1860 г., а также основали химический журнал («Химический журнал Н.Соколова и А.Энгельгардта»), который издавали с 1859 по 1860 г. В этом журнале помимо издателей печатали свои работы Д.И.Менделеев, А.М.Бутлеров и др.

В 1868 г. Энгельгардт ввел преподавание специального курса органической химии. Одновременно он впервые начал в Земледельческом институте широкие химические исследования. За работы по



изучению зависимости свойств ароматических соединений от их строения в 1870 г. Энгельгардту была присуждена Ломоносовская премия. Однако в 1870 г. Энгельгардт был уволен за участие в студенческих волнениях, и в 1871 г. на пост профессора был приглашён ученик Ю.Либиха **Николай Николаевич Соколов** (1826–1877 г.).

После смерти Н.Н.Соколова преподавание химии было поручено ученику его и Энгельгардта **Павлу Александровичу Лачинову** (1837–1891 г.), который проработал в Лесном институте с 1877 до 1891 г., продолжая чтение специального курса органической химии и выполняя научные исследования в области органической химии. В последний период жизни Лачиновым были выполнены фундаментальные работы, посвященные исследованию строения холестерина и желчных кислот.



С 1891 г. пост профессора химии занял доцент **Михаил Григорьевич Кучеров** (1850–1911 г.), который изучал химию у А.Н.Энгельгардта и Н.Н.Соколова. Кучеров продолжил чтение курса лекций по органической химии студентам лесохозяйственного факультета, а также вел научные исследования. Основные его работы посвящены синтезу дифенила и некоторых его производных, исследованию условий превращений бромистого винила в ацетилен, а также реакции каталитической гидратации ацетиленовых углеводородов, открытой им в 1881 г. (**реакция Кучерова**). Метод гидратации ацетилена был положен в основу промышленного получения уксусного альдегида и уксусной кислоты. Первый завод по производству уксусного альдегида по методу Кучерова был построен в Канаде в 1912 г.

После ухода Кучерова из Лесного института в 1910 г. по его рекомендации на пост профессора химии был назначен выпускник СПбУ физико-химик **Евгений Владиславович Бирон** (1874–1919 г.). Однако в 1915–1917 г. он по просьбе военного ведомства руководил исследованиями по анализу боевых отравляющих веществ (иприт), во время которых получил серьезное отравление, заболел и умер в возрасте 45 лет. В период его болезни (1917–1919 г.) курсы лекций по неорганической и органической химии студентам лесохозяйственных специальностей читал ученик А.Е.Фаворского **Владимир Николаевич Крестинский** (1882–1939 г.), занимавший с 1909 г. должность ассистента. В 1921 г. В.Н.Крестинский стал доцентом Лесного института. С 1925 по 1928 г. он также работал доцентом Санкт-Петербургского политехнического института, где читал специальный курс химии терпенов и углеводов. Помимо этого, в 1920 г. В.Н.Крестинский был избран профессором Санкт-Петербургского педагогического института, где до 1928 г. читал лекции по общей и специальной органической химии и руководил дипломными работами студентов.



В декабре 1921 г. заведующим кафедрой химии Лесного института стал известный химик и историк химии, профессор Санкт-Петербургского политехнического института **Борис Николаевич Меншуткин** (1874–1938 г.) – сын Н.А.Меншуткина. Б.Н.Меншуткин окончил Санкт-Петербургский университет, а с 1901 г. работал в Санкт-Петербургском политехническом институте, где заведовал кафедрой до конца своей жизни.



В 1927 г. в связи с предстоящим преобразованием Лесного института в Лесотехническую академию (ЛТА) было принято решение о выделении самостоятельной кафедры **органической химии**. В 1927 г. профессором этой кафедры был избран **В.Н.Крестинский**, а 1 сентября 1929 г. он занял должность её заведующего (утвержден в этой должности в 1930 г.). Степень доктора химических наук он получил в 1935 г. без защиты диссертации. В.Н.Крестинский внес большой вклад в химию ацетиленовых и магнийорганических соединений, а также в исследование состава скипидаров, терпентинных масел, смоляных кислот и канифоли, он является автором учебника по химии терпенов.



После смерти В.Н.Крестинского в ЛТА был приглашен профессор ЛГУ **Дмитрий Вячеславович Тищенко** (1886–1969 г.), который с 1 сентября 1940 г. стал заведовать кафедрой органической химии. В декабре 1941 г. он был эвакуирован в Москву, где до сентября 1945 г. работал заместителем директора по научной части Центрального научно-исследовательского лесохимического института. С 1942 г. Д.В.Тищенко занимался исследованием состава и использованием смол термоллиза древесины. Это направление исследований послужило основой для создания в ЛТА проблемной лаборатории пирогенных смол. Основываясь на сходстве строения терпеновых углеводородов с алкенами, он предложил схему хлорирования терпенов с получением

монохлоридов аллильного типа, что открыло перспективы для разработки принципиально новых методов синтеза производных гомотерпенов. Эти работы были удостоены в 1951 г. Государственной премии. С 1953 г. под руководством Д.В.Тищенко проводились широкие исследования в области химии лигнина. В 1964 г. Д.В.Тищенко без защиты диссертации присвоена учёная степень доктора химических наук. Из последних работ Д.В.Тищенко большой теоретический и практический интерес имеют исследования по синтезу заменителей канифоли.

С 1969 по 1972 г. обязанности заведующего кафедрой исполнял доцент **Виталий Борисович Фолиадов** (1919–1984 г.). Основное направление его научных исследований – химия терпенов. С 1972 по 2011 г. кафедрой заведовал **Михаил Яковлевич Зарубин**. В 1954 г. он окончил с отличием Химико-технологический факультет Лесотехнической академии, в 1954–1957 г. – аспирант кафедры, кандидат (1961 г.), доктор химических наук (1978 г.), профессор (1979 г.). С сентября 1967 по июль 1971 г. был на преподавательской работе в Институте нефти и газа в Алжире. С 1980 по 1985 г. декан химико-технологического факультета ЛТА, в 1985–1996 г. работал проректором по учебной работе Лесотехнической академии.

В это время на кафедре органической химии ЛТА проводились исследования пирогенных смол древесины, нейтральных компонентов сульфатного мыла и экстрактивных веществ древесины. Разрабатывались новые методы делигнификации древесины. Шли работы по исследованию строения, состава и путей утилизации промышленных отходов – гидролизных лигнинов.

С 2011 г. кафедрой органической химии (с 2014 г. – кафедра химии) Лесотехнического университета (с февраля 2011 г., ранее – ЛТА) заведует **Александр Викторович Васильев**. В 1992 г. он окончил СПбГУ по кафедре органической химии и поступил в аспирантуру на кафедру органической химии ЛТА. С 1994 г. работает на кафедре, защитил кандидатскую (1996 г.) и докторскую (2010 г.) диссертации. По совместительству с 2011 г. работает профессором кафедры органической химии СПбГУ. Области его научных интересов: органический синтез на основе электрофильной активации молекул, химия катионов и катион-радикалов, химия ацетиленовых соединений, органический синтез на основе возобновляемых растительных ресурсов.

К более молодым вузам, где исследования в области органической химии и её преподавание начались уже в советское время, относятся Педагогический институт, Химфармакадемия и Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна (до февраля 2016 г. – Санкт-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров).

У истоков преподавания органической химии в **Российском государственном педагогическом университете им. А.И.Герцена** (тогда – Императорском Женском педагогическом институте, а затем в Третьем Петроградском педагогическом институте) стояли выдающиеся химики-органики XX века В.Н.Ипатьев и С.В.Лебедев. В разные годы они читали лекции по органической химии на его химическом отделении.

Кафедра **органической химии** в ЛГПИ имени А.И.Герцена была открыта в 1929 г. Первым её заведующим стал ученик А.Е.Фаворского **Ю.С.Залькинд**, который с 1934 г. заведовал также и кафедрой органической химии ЛТИ. Под его руководством на кафедре начинают развиваться исследования в области химии ацетиленовых углеводородов.



Новый этап в развитии органической химии в Герценовском университете (тогда – Ленинградском государственном педагогическом институте им. А.И.Герцена) начался с 1949 г., когда кафедру органической химии возглавил ученик академика А.Е.Порай-Кошица **Всеволод Васильевич Перекалин** (1913–1998 г.). При нём на кафедре начинают интенсивно развиваться исследования в области химии нитросоединений и аминокислот. Достиженные результаты привели к открытию в 1959 г. проблемной лаборатории нитросоединений. Эта важная веха в развитии кафедры определила основные направления дальнейшей научной и педагогической работы коллектива двух подразделений, существующих как единое целое. Возглавляя кафедру и лабораторию более 40 лет (1949–1992 г.), Всеволод Васильевич создал коллектив высокопрофессиональных преподавателей и научных сотрудников, увлеченных органической химией и ее преподаванием.

С 1992 г. кафедрой органической химии и проблемной лабораторией нитросоединений руководила талантливая ученица В.В.Перекалина **Валентина Михайловна Берестовицкая** (1940–2017 г.), которая сохранила и продолжила успешное развитие основных научных направлений кафедры, а также заложенные В.В.Перекалиным традиции преподавания органической химии. В 2017 г., после ухода из жизни В.М.Берестовицкой, кафедру органической химии принял её ученик – доктор химических наук **Сергей Валентинович Макаренко**.

Многолетние фундаментальные и прикладные исследования в области химии нитросоединений и аминокислот привели к формированию научной школы, известной в стране и за рубежом. В 1997 г. она признана Ведущей научной школой России [99].

С середины прошлого века и по настоящее время приоритетным направлением этой научной школы является химия азотсодержащих соединений: функционализированных нитроэтанов, элементоорганических, гетероциклических веществ и аминокислот. Эта тематика тесно связана с проблемой создания отечественных эффективных лекарственных препаратов, структурно близких к метаболитам мозга и генетически связанных между собой, –  $\gamma$ -аминоасляной (ГАМК), глутаминовой (Глу) кислотам и  $\alpha$ -пирролидону. На основе проводимых исследований разработаны общие способы получения ГАМК, Глу, оригинальные методы синтеза новых типов ГАМК, спиропирролидонов, N- и C<sup>3</sup>-производных  $\alpha$ -пирролидона, в результате чего эти вещества стали доступными для широких фармакологических исследований.

Наиболее значимым результатом проводимых исследований явилось создание в конце прошлого столетия совместно с фармакологами Волгоградского государственного медицинского университета, НИИ им. М.В.Бехтерева и специалистами НПО «Биолар» (Латвия) оригинальных отечественных ноотропных препаратов *фенибут* и *карфедон*, широко применяемых в медицинской практике. Эти работы внесли существенный вклад в развитие органической и фармацевтической химии, являясь инновационным прорывом в создании нового класса лекарственных препаратов – ноотропов. В последние годы получена серия рекомендованных к промышленному освоению запатентованных веществ, обладающих нейропротекторными свойствами и сердечно-сосудистым действием.

Успешно развиваются и фундаментальные исследования функционализированных нитроэтанов, сера- и азотсодержащих гетероциклических нитросоединений, различных производных аминокислот и  $\alpha$ -пирролидона.

Кафедра **органической химии Санкт-Петербургской государственной химико-фармацевтической академии** основана в 1919 г. и была одной из первых, появившихся в только что открытом Петроградском химико-фармацевтическом институте. Первым заведующим кафедрой стал первый директор ПХФИ – выпускник Варшавского университета **Александр Семенович Гинзберг** (1870–1937 г.), возглавлявший кафедру до 1937 г. С 1947 по 1951 г. кафедрой заведовал доцент **Николай Васильевич Кашкин**, выпускник физического факультета ЛГУ. С 1951 по 1964 г. кафедрой руководил профессор **Иосиф Федорович Сукневич**, закончивший химическое отделение физико-математического факультета ЛГУ, а с 1964 по 1979 г. – профессор **Леонид Борисович Дашкевич**, закончивший спец. факультет ЛТИ им. Ленсовета (1937–1941 г.), Военную академию химзащиты (1941–1943 г.) и много сделавший по изучению методов получения и применению недокси углерода в синтезе биологически активных соединений. В 1979 г. кафедру возглавил выпускник ЛТИ **Борис Александрович Ивин** (1936–2014 г.), занимавшийся химией гетероциклических соединений. Сначала ему предлагали возглавить кафедру фармацевтической химии, однако он принял приглашение в Ленинградский химико-фармацевтический институт только тогда, когда появилась возможность стать заведующим кафедрой органической химии. Параллельно с этим он с 1974 г. руководил лабораторией органического синтеза НИИ онкологии Минздрава РСФСР.

С 2007 г. кафедру возглавляет выпускник ЛТИ **Игорь Павлович Яковлев**, специалист в области химии гетероциклических соединений и химии биологически активных соединений. С 1997 по 2010 г. он был деканом факультета промышленной технологии лекарств, а с 2010 по 2015 г. – проректором ХФА по научной работе.

На кафедре активно ведется научно-исследовательская работа по синтезу, изучению строения, химических свойств и биологической активности 1,3-окса- и тиазинов, пиримидинов, пиранонов, 1,3,4-окса- и триазинов, 1,4,2-диоксазинов, 1,2,4-триазолов, пиранокумаринов, оксазинокумаринов, амидинов.

Кафедра **органической химии в Высшей школе технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна** образована в 1946 г. в результате реорганизации кафедры органической, физической и коллоидной химии Ленинградского технологического института им. Молотова, которой заведовал профессор **Борис Николаевич Дашкевич**.

С момента создания и до 1954 г. кафедру возглавлял **Вячеслав Венедиктович Яновский**, выпускник ЛХТИ, специалист в области углеводов. С 1954 по 1972 г. кафедрой заведовала выпускница Бестужевских курсов профессор **Татьяна Евгеньевна Залеская**. Основное направление научной деятельности Т.Е.Залеской – исследования изомеризационных превращений жирноароматических кетонов.

В 1972 г. на заведование кафедрой был приглашен **Виктор Николаевич Чистоклетов** (1932–2006 г.), воспитанник школы А.А.Петрова (ЛТИ им. Ленсовета). В 1973 г. он защитил докторскую диссертацию. Совместно с А.А.Петровым им впервые были сформулированы новые принципы построения 1,3-диполярных систем с

включением элементов высших периодов. Эти принципы впоследствии были широко использованы для синтеза разнообразных гетероциклических соединений. С 1973 г. кафедра получила мощный импульс для своего развития. Были организованы новые лаборатории по синтезу органических соединений и исследованию их свойств с помощью современных физико-химических методов. В достаточно короткий срок кадровый состав кафедры обновился молодыми, перспективными сотрудниками и аспирантами, которые и по настоящее время составляют ядро кафедры. С 1991 г. осуществляются работы по глубокой химической переработке скипидара и побочных продуктов сульфат-целлюлозного производства. В результате уже в 1993 г. в промышленных масштабах была внедрена технология получения пинана путем гидрирования пинена, а также (совместно с Воронежским филиалом ВНИИСК) – получения гидроперекиси пинана.

С 2004 г. кафедру возглавляет ученик В.Н.Чистоклетова и А.А.Петрова **Юрий Георгиевич Тришин**, которым разработан новый общий подход к синтезу фосфорсодержащих гетероциклических соединений на основе взаимодействия  $\alpha,\beta$ -непредельных производных трехвалентного фосфора с дифункциональными реагентами.

Завершая этот раздел, заметим, что в силу ограниченности объема статьи мы не смогли упомянуть в ней работы великого химика, создателя российской химической промышленности и «отца американской нефтехимии», академика **В.Н.Ипатьева** (1867–1952 г.), его родного брата по матери **Л.А.Чугаева** (1873–1922 г.), академика **А.Е.Порай-Кошица** и ряда других выдающихся учёных. За её рамками осталась кафедра красителей СПбГТИ (ТУ), деятельность таких учреждений как ГИПХ, ИВС, ВНИИСК и т.д.

#### 4. Органическая химия в Московских вузах

##### 4.1. История органической химии в Московском университете

###### 4.1.1. Органическая химия в Московском университете в «до-Марковниковский» период

История органической химии в Московском университете восходит к первым годам его существования. Когда в августе 1754 г. императрицей Елизаветой Петровной был подписан указ об учреждении в Москве университета, он состоял из трех факультетов: философского, юридического и медицинского; в состав последнего вошла и **кафедра «физической и аптекарской» химии** с лабораторией в здании «Аптекарского дома» у Воскресенских ворот.

По уставу 1804 г. факультеты университета были реорганизованы в **четыре отделения**, в состав одного из которых – физико-математического – вошла кафедра химии. На место заведующего этой кафедрой был приглашен из Ганновера приват-доцент **Ф.Ф.Рейсс** (F.F.Reuss, 1778–1852 г.), наиболее известный в истории химии своими работами по электрофорезу [100]. В университетской химической лаборатории Рейссом впервые были начаты эксперименты в области органической химии: занимались исследованием лекарственных средств [101], в частности, извлечением действующих начал из хинной коры [102].

После Ф.Ф.Рейсса заведующим кафедрой химии (с 1833 по 1850 г. – физико-математического отделения философского факультета, с 1850 г. – физико-математического факультета) стал **Р.Г.Гейман** (R.Heimann, 1802–1865 г.), возглавивший кафедру в 1833 г. Он читал курс химии для студентов отделения физических и математических наук, в который входила общая органическая химия. Курс лекций был совмещен с практическими занятиями: студенты упражнялись «в производстве химических опытов и решении задач химических пропорций» (1835–1836 г.), в химическом анализе (1840–1850 г.). В 1837 г. по инициативе Р.Геймана была построена химическая лаборатория с аудиторией (основная часть известного впоследствии **«красного химического корпуса»** на Моховой улице), где читались лекции для студентов, а также очень популярные тогда «публичные лекции» для фабрикантов и ремесленников. Лаборатория считалась в то время образцовой по оснащению. В этой лаборатории Гейман проводил работы по изучению стеарина, «огнестрельной хлопчатой бумаги» (нитроцеллюлозы), различных красок, каменного угля, «способов пропитывания дерева разными веществами» для предотвращения от гниения и придания иной окраски [103, 104].



«Красный корпус» (здание химической лаборатории Московского университета на Моховой улице).

После отставки Геймана с 1854 по 1871 г. кафедру химии физико-математического факультета возглавлял профессор **Николай Эрастович Лясковский** (1816–1871 г.), преподававший до этого фармакологию и фармакогнозию студентам медицинского факультета. В 1846–1847 г. Лясковский читал публичный курс лекций «Система новей-

шей органической химии» – один из первых курсов по физиологической химии в России. Лясковский известен прежде всего своими работами по химии белков: он впервые правильно установил состав важнейших белковых веществ: фибрина, яичного и растительного альбуминов, а также доказал несостоятельность господствовавшей в то время теории Мульдера о существовании единого белкового радикала, что послужило поворотным пунктом в разработке современной теории белков [105]. Лясковский исследовал также летучие и нелетучие составные части лимбургского сыра, открыл в нем наличие масляной, валериановой и капроновой кислот (совместно с П.А.Ильенковым) [106, 107], установил формулу маргарина [108].

После смерти Н.Э.Лясковского в 1871 г. кафедру химии на короткое время возглавил Д.К.Кириллов, а в 1872 г. ректором С.М.Соловьевым был приглашен на кафедру химии профессор В.В.Марковников.

#### 4.1.2. Органическая химия в Московском университете при В.В.Марковникове (1872–1893 г.)

К началу 1870-х годов в Московском университете сложилась непростая ситуация с преподаванием химии. Уровень преподавания был невысок, лекции по химии Н.Э.Лясковского были рассчитаны на широкий круг слушателей, в том числе недостаточно подготовленных (сейчас мы бы назвали их «научно-популярными»). Эти лекции, как и практические занятия, не были систематическими и в 1871 г. прекратились. Исследовательские работы к этому времени почти полностью перестали проводиться [109].

В.В.Марковникова по праву называют создателем методики химического университетского образования в России. Работая в Московском университете с 1873 г. и до конца жизни, он, по сути, провел кардинальную реформу преподавания химии [110].



**Владимир Васильевич Марковников** (1838–1904 г.) – выпускник Казанской химической школы, ученик А.М.Бутлерова, создатель учения о взаимном влиянии атомов в молекулах органических соединений, автор знаменитого правила о региоселективности электрофильного присоединения к непредельным соединениям [111], вошедшего в науку настолько, что обозначается только первой буквой фамилии автора – «М» [112–117].



Основатели Русского Химического Общества (члены I съезда русских естествоиспытателей и врачей, вынесшие постановление о его учреждении 4 января 1868 г.). Стоят слева направо: Ф.Р.Вреден, П.А.Лачинов, Г.А.Шмидт, А.Р.Шуляченко, А.П.Бородин, Н.А.Меншуткин, Н.А.Соковнин, Ф.Ф.Бейльштейн, К.И.Лисенко, Д.И.Менделеев, Ф.Н.Савченков; сидят: В.Ю.Рихтер, С.И.Ковалевский, Н.П.Нечасов, В.В.Марковников, А.А.Воскресенский, П.А.Ильенков, П.П.Алексеев, А.Н.Энгельгардт (подписи сделаны рукой Д.И.Менделеева).

Ранний период жизни В.В. Марковникова связан с Казанью и описан в разделе 2. В 1871–1872 г. был профессором Новороссийского университета в Одессе, где читал лекции по органической химии, заведовал химической лабораторией и руководил всеми практическими занятиями по химии, а затем получил предложение Совета Новороссийского университета занять кафедру химии. В 1872 г. после долгих колебаний В.В.Марковников принял предложение переехать в Москву.\*

Первым нововведением Марковникова в учебную программу стало разделение общего курса химии на неорганическую, органическую и аналитическую. Такие попытки предпринимались и ранее Ф.Ф.Рейссом и Р.Г.Гейманом, однако в то время настоящего разделения читаемых курсов не произошло. В.В.Марковников впервые ввел чтение органической химии в течение трех семестров, причем в дополнительном семестре для улучшения усвоения предмета он давал так называемый «Повторительный курс органической химии» и эту часть часто поручал читать другим лекторам. Основной курс органической химии В.В.Марковников читал для студентов физико-математического факультета в течение двадцати лет (до 1893 г.), а для студентов медицинского факультета до 1878 г. (впоследствии этот курс был признан слишком обширным для медиков).

В 1875 г. при химической лаборатории было организовано отделение неорганической химии; с начала 1880-х годов два отделения существовали в значительной мере обособленно друг от друга, получив названия лаборатории органической и аналитической химии и лаборатории неорганической химии (в 1899 г. переименована в лабораторию неорганической и физической химии).

Читаемый Марковниковым курс лекций по органической химии включал два раздела. Первый был посвящен неароматическим соединениям и содержал главы о предельных и непредельных углеводородах, спиртах, альдегидах и кетонах, кислотах, а также об азотсодержащих производных углеводородов, углеводах и металлоорганических соединениях Zn, Hg, Al, Sn и Pb. Во втором разделе описывались ароматические соединения (моно- и полиядерные) и алкалоиды. По инициативе В.В.Марковникова с 1886 г. на физико-математическом факультете началось чтение большого количества спецкурсов (по 1–2 часа в неделю). Такие спецкурсы читали М.И.Коновалов («Способы определения строения органических соединений» и «Многоатомные спирты и углеводы»), А.Н.Реформатский («Органическая химия, ароматический ряд»), Н.М.Кижнер («Методы превращений органических соединений в связи с их строением»).

В 1887 г. В.В.Марковниковым были введены практические занятия по органической химии, поскольку в этом году ценой его огромных усилий состоялось открытие новой химической лаборатории [118]. Марковников считал, что «... для химика недостаточно библиотеки и спокойного кабинета, чтобы работать производительно, ему нужны лаборатория, материалы, денежные средства».\*\*

Практические занятия по органической химии состояли в предварительном синтезе 2–3 соединений и далее – в проведении научных исследований. Система Марковникова практически предполагала быстрое (без особой предварительной подготовки) вовлечение студентов в исследовательские работы [119]. С 1874 до 1884 г. в лаборатории Марковниковым проводились также и практические занятия по аналитической химии\*\*\* [120].

Во главу своей системы преподавания Марковников ставил самостоятельную работу студентов. Он не считал обязательными многочисленными предварительными препаративными работами, полагая, что студенты приобретут необходимые навыки в процессе исследования [121]. Хорошими иллюстрациями такого отношения являются его известные цитаты о том, что «При всяком обучении существенно необходимо предоставлять возможно больший простор самостоятельности учащегося», «Никогда не следует тискать в рот жареных голубей», «Следует пускать студента на глубокое место: кто выплывает, значит будет толк»\*\*\*\*.

\* Причина колебаний Марковникова понятна: в Одессе у него была прекрасно оборудованная лаборатория, в то время как в Московском университете имелось лишь старое помещение, построенное ещё в 1838 г., и было ясно, что придется приложить немало усилий для приведения лаборатории в рабочее состояние.

\*\* В.В.Марковников никогда не был «кабинетным ученым», он всегда сам работал вместе с учениками. Каждая тема, данная В.В.Марковниковым студенту для исследования, «делалась достоянием всех работающих в лаборатории. Всякий мог, если не материально, то духовно участвовать в работе соседей: работы эти обсуждались между студентами и, несомненно, что подобного рода обсуждение «сообща» приносило громадную пользу всем занимающимся».

\*\*\* Установился следующий порядок: «Время занятий не было определено, но лаборатория была к услугам студентов от 9 ч. утра до 7 ч. вечера, и так как лаборанты имели казенные квартиры то, за исключением обеденного времени, они обязаны были оставаться в лаборатории в течение всего времени занятий. Сам профессор оставался в лаборатории от 10 ч. утра до 5 ч. дня, а впоследствии, когда он имел вблизи лаборатории казенную квартиру, то занимался иногда и по вечерам» [111].

\*\*\*\* Способствовало самостоятельности и развитию активности студентов и то, что методики для синтетических работ не давались студентам в явном виде: они должны были сами находить их в немецких журналах и переводить. Необходимость читать иностранные журналы приводила к тому, что «студент сразу видел, что без знания иностранных языков дальнейшее изучение химии невозможно, и постепенно из оригинальных статей различных ученых знакомился с самостоятельными приемами исследования».



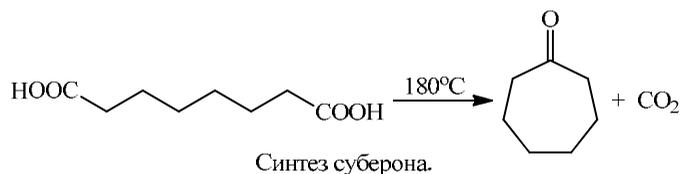
В.В.Марковников читает лекцию студентам в Большой химической аудитории «красного корпуса».

В конце 1870-х годов впервые в Московском университете на кафедре химии Марковниковым были организованы научные коллоквиумы с участием студентов. Такая деятельность В.В.Марковникова привела к тому, что количество занимающихся химией в Московском университете, а также количество публикуемых ими научных работ стало непрерывно увеличиваться. Студенты, которые хотели посвятить себя научной деятельности, оставались лаборантами при лаборатории; среди них были такие известные впоследствии ученые, как А.Н.Реформатский, М.И.Коновалов, А.М.Беркенгейм, Н.М.Кижнер, И.А.Каблуков, Н.Я.Демьянов и многие другие. Усилиями Марковникова в Московском университете была создана

крупнейшая отечественная школа химиков, а сам Московский университет к концу XIX столетия стал одним из важнейших научных химических центров.

Среди основных научных достижений В.В.Марковникова можно выделить [122]:

- открытие изомерии ряда спиртов и жирных кислот;
- разработку учения о взаимном влиянии атомов в соединениях, формулировку правила о направлении реакций отщепления, замещения, присоединения по двойной связи и изомеризации в зависимости от строения (**правило Марковникова**, 1869 г. [113]);
- установление особенностей двойных и тройных связей в ненасыщенных соединениях, их большей прочности в сравнении с одинарными связями, но не эквивалентности двум или трем простым связям (1860–1870 г.);
- первый (совместно с Г.А.Крестовниковым) синтез циклобутандикарбоновой кислоты (1879 г.);
- открытие нового класса органических соединений – нафтенов (алициклических углеводородов) (1880-е г.);
- первые исследования состава российской нефти, давшие начало развитию новой самостоятельной науки – нефтехимии (с 1880 г.);
- доказательство существования циклических соединений с числом атомов углерода от 3 до 8, первый синтез суберона пиролизом пробковой кислоты (1889 г.);



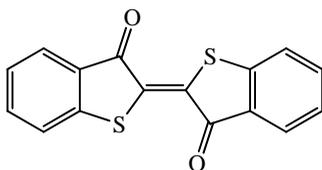
- осуществление первой реакции изомеризации циклических углеводородов с уменьшением цикла (циклогептана в метилциклогексан) (1880–1890 г.).

С начала 1890-х годов Марковников приступил к систематическому изучению состава кавказских нефтей России. Любопытно отметить, что это новое направление в научной деятельности В.В.Марковникова вначале не встретило сочувствия среди некоторых русских химиков, выражавших сожаление по поводу того, что он занялся нефтями и, таким образом, «изменил чистой химии». В 1883 г. В.В.Марковников и В.Н.Оглоблин представили в физико-математический факультет Петербургского университета обширную статью «Исследование кавказской нефти», представляющую собою сводку всех работ, произведённых по этому вопросу в лаборатории Московского университета [113]. В этой статье авторы пришли к выводу, что кавказская (бакинская) нефть не менее чем на 80% состоит из углеводородов, по предложению В.В.Марковникова названных «нафтенами». Для выяснения положения нафтен в ряду других классов органических соединений он выделил из кавказской нефти большое количество индивидуальных соединений и изучил их физические и химические свойства. Одновременно для выяснения строения нафтен он синтезировал большое количество различных представителей полиметиленового ряда. При этом им были разработаны многие оригинальные методы синтезов как углеводородов полиметиленового ряда, так и их производных, например, циклических кетонов, нафтенных кислот и т.п. В 1892 г. исследования по химии нафтен были обобщены в работе [123].

В.В.Марковников не был учёным, замкнутым в своей специальности. В 1880 годах он изучал минеральные воды Нарзана, соляные озера на Кавказе и в Астраханской губернии. Его интересовали вопросы химии минералов и геологии; он интересовался вопросами нахождения глауберовой соли в приволжских соляных озёрах и о происхождении таких озёр.

Во время русско-турецкой войны 1877–1878 г. В.В.Марковников развил исключительно интенсивную деятельность по организации санитарной помощи действующей армии. В июле 1877 г. он был командирован в Румынию и за Дунай для организации дела дезинфекции; во время инспекции по Курской области тяжело переболел тифом (1878 г.). При этом Марковников отказался от вознаграждения в 400 рублей золотом в месяц – суммы, которая полагалась всем профессорам, командированным на театр военных действий.

Лаборатория Марковникова была одной из первых, где проведением химических исследований занимались женщины. В 1870–1880 г. в ней работали **Ю.В.Лермонтова** – близкая подруга Софьи Ковалевской, одна из первых русских женщин, получивших степень доктора химии, занимавшаяся исследованиями в области глубокого разложения нефти и нефтепродуктов, а также работами в области органического синтеза. В частности, ею был разработан удобный препаративный метод получения 1,3-дибромпропана [124] (Ю.М.Лермонтова также проводила научные исследования в Петербурге совместно с А.М.Бутлеровым). Открытая в ходе этой работы реакция алкилирования олефинов галогенпроизводными стала именной (**реакция Бутлерова–Лермонтовой–Эльтекова**). Вот только со временем имя Лермонтовой исчезло из справочников по именованным реакциям и сегодня реакция носит название «Бутлерова–Эльтекова» [125]. Также в лаборатории работала **Е.А.Фомина-Жуковская**, доктор физических наук Женевского университета, до 1893 г. состоявшая частным ассистентом профессора и занимавшаяся исследованиями по синтезу индиго в тиофеновом ряду.



2,2'-бис(бензотиофен)индиго.

В.В.Марковников заведовал основной кафедрой химии физико-математического факультета и лабораторией органической и аналитической химии с 1872 по 1890 г. (когда «за выслугой 30 лет» он вышел из числа штатных профессоров), но реально руководил ею до 1893 г. Летом 1893 г. В.В.Марковников передал лабораторию и казенную квартиру Н.Д.Зелинскому, сменившему его в заведовании кафедрой аналитической и органической химии (остававшуюся формально вакантной с 1890 г.).

Отрешение от лаборатории, создание которой стоило В.В.Марковникову огромных усилий и с которой была связана вся его жизнь, он переживал очень тяжело. Вот что писал он по этому поводу: *«Мне так тяжело об этом говорить ... в моей жизни это катастрофа, выбившая меня совершенно из колеи, ... это ужасное оскорбление, поразившее меня до самых мельчайших фибр сердца ... Обидно не за себя только, но за науку в России и за несчастных ее представителей, которых превращают в холопов»* [126]. Тем не менее Марковников смог пожизненно сохранить в своем распоряжении 12 мест в лаборатории органической и аналитической химии [127]. Из них в 1894–95 учебном году образовалось «отделение заслуженного профессора В.В.Марковникова» (где он проводил практические занятия и исследования по органической химии), прекратившее свое существование в 1904 г. Преподавательская деятельность В.В.Марковникова заметно уменьшилась, но научная работа, связанная с изучением кавказской нефти, стала еще более интенсивной.

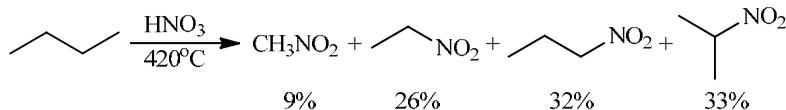
#### 4.1.3. Ученики В.В.Марковникова. Марковниковская школа

Педагогическая деятельность Марковникова, создавшего знаменитую «марковниковскую» школу химиков, была исключительно плодотворна. Многие из его учеников впоследствии стали известными учеными с мировыми именами: М.И.Коновалов, В.Н.Оглоблин, И.А.Каблуков, Н.М.Кижнер и др.



**Михаил Иванович Коновалов** (1858–1906 г.) окончил Московский университет в 1884 г. и в 1884–1896 г. продолжал работать в его стенах; в 1896–1899 г. – профессор Московского сельскохозяйственного института; с 1899 г. профессор, в 1902–1904 г. – ректор Киевского политехнического института. Основные работы Коновалова посвящены изучению действия азотной кислоты на органические соединения. В 1880-х годах он открыл нитрующее действие разбавленной азотной кислоты на алифатические соединения (**реакция Коновалова** [128]), алициклические и жирноароматические углеводороды. Разработал (1888–1893 г.) методы получения оксимов, спиртов, альдегидов и кетонов на основе нитросоединений жирного ряда. Ис-

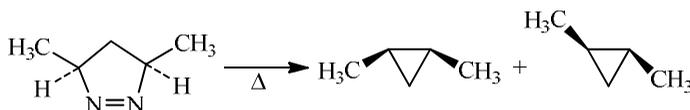
пользовал реакции нитрования для определения строения углеводородов. Разработал (1889 г.) методы выделения и очистки ряда нафтенов.



Реакция Коновалова на примере нитрования бутана.



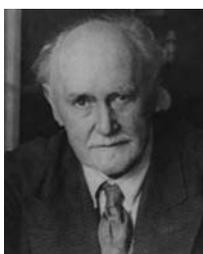
**Николай Матвеевич Кижнер** (1867–1935 г.) окончил Московский университет в 1890 г., в 1894–1901 г. читал лекции в Московском университете и одновременно преподавал в Александровском военном училище. В 1901–1913 г. – профессор Томского технологического института (см. раздел 5), в 1914–1917 г. – Народного университета им. А.Л.Шанявского в Москве, с 1918 г. научный руководитель Научно-исследовательского института «Анилтрест» в Москве. Основные исследования Н.М.Кижнера были посвящены органическому синтезу и изучению свойств открытых им органических соединений. Он показал (1894 г.), что при гидрогенизации бензола иодистоводородной кислотой получается метилциклопентан. Это наблюдение стало первым экспериментальным доказательством изомеризации циклов с уменьшением кольца. Он впервые доказал существование алифатических диазосоединений (1900 г.), разработал способ получения органических производных гидразина. В 1910 г. [129] открыл реакцию каталитического превращения гидразонов с восстановлением карбонильной группы альдегидов или кетонов в метиленовую группу (одновременно описана немецким химиком Людвигом Вольфом [130] и известна как **реакция Кижнера–Вольфа** (метод синтеза индивидуальных углеводородов высокой чистоты, см. раздел 5). Применив метод каталитического разложения к пиразолиновым основаниям, Кижнер в 1912 г. открыл универсальный способ синтеза углеводородов циклопропанового ряда, в том числе бициклических терпенов с трехчленным кольцом типа карана (реакция Кижнера [131, 132]). Внес существенный вклад в химию синтетических красителей и в создание анилинокрасочной промышленности СССР.



Реакция Кижнера.

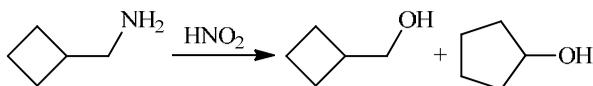


**Иван Алексеевич Каблуков** (1857–1942 г.) в 1880 г. окончил естественное отделение физико-математического факультета Московского университета, в 1881–1882 г. работал в химической лаборатории А.М.Бутлерова при Петербургском университете, после чего продолжил работу в Московском университете у В.В.Марковникова. В 1882–1884 г. преподавал на Высших женских курсах в Москве, с 1885 г. – приват-доцент Московского университета. В 1889 г. работал в Лейпцигском университете в лаборатории В.Ф.Оствальда под руководством С.Аррениуса. С 1899 г. – профессор Московского сельскохозяйственного института, с 1903 г. – профессор Московского университета. Работы И.А.Каблукова относятся преимущественно к электрохимии неводных растворов. В своей магистерской диссертации (1887 г.) «Глицерины, или трёхатомные спирты, и их производные» с точки зрения термодинамических данных попытался обосновать теорию взаимного влияния атомов Марковникова. Совместно с В.Ф.Лугининым установил (1893 г.), что теплота присоединения брома к этиленовым углеводородам уменьшается по мере перехода от низших гомологов к высшим. В 1886–1888 г. читал в Московском университете приват-доцентские курсы по органической химии: «Органическая химия (азотистые ароматические соединения)», «История и критика теории строения химических соединений».

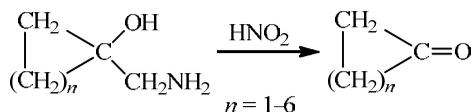


**Николай Яковлевич Демьянов** (1961–1938 г.) закончил физико-математический факультет Московского университета; с 1887 г. – ассистент-лаборант профессора Г.Г.Густавсона в Петровской сельскохозяйственной академии (ныне – Тимирязевская сельскохозяйственная академия), в которой работал до конца жизни. В январе 1900 г. защитил в Московском университете докторскую диссертацию «О действии азотного ангидрида и азотноватой окиси на углеводороды этиленового ряда». Читал в Московском университете курс органической химии, позже – химии растений и физико-химических основ биологической химии. В 1908–1917 г. читал органическую химию на Высших женских сельскохозяйственных курсах. С 1935 г. заведовал лабораторией ИОХ АН СССР. Наиболее известные научные труды Н.Я.Демьянова относятся к открытию

способа получения алленов (1888 г., совместно с Г.Г.Густавсоном) действием цинковой пыли на 2,3-дихлорпропен [133], а также открытием реакций изомеризации алициклических соединений с расширением цикла (1902–1903 г.) – **перегруппировки Демьянова** [134] и **Тиффено–Демьянова** [135].



Перегруппировка Демьянова.



Перегруппировка Тиффено–Демьянова.



**Александр Николаевич Реформатский** (1864–1937 г.) – брат С.Н.Реформатского, выпускник Казанского университета, ученик А.М.Зайцева (см. раздел 2); профессор Высших женских курсов (1900 г.), второго Московского университета (1918 г.), Московского института тонкой химической технологии (с 1930 г.), декан физико-математического факультета МГУ (1919 г.), декан химико-фармацевтического факультета II МГУ. Совместно с В.В.Марковниковым исследовал состав розового масла (1894 г.); изучал ароматические альдегиды (1901 г.). Преподавал в МГУ с 1889 по 1911 г., читал курсы «Исторический очерк развития химических воззрений за последние 100 лет», «Периодическая система элементов», «Органическая химия (ароматический ряд)», «Общая (неорганическая) химия», «Общая (органическая) химия». Автор учебника «Органическая химия» (1904 г.), переиздававшегося семь раз.

#### 4.1.4. Органическая химия в Московском университете при Н.Д.Зелинском (1893–1938 г.)

В 1893 г. лабораторию органической и аналитической химии возглавил назначенный экстраординарным профессором приват-доцент Новороссийского (Одесского) университета **Н.Д.Зелинский**. С 1893–94 г. он начал читать общий курс органической химии и одновременно вести практические занятия по органической химии. В 1921–1929 г. Н.Д.Зелинский заведовал лабораторией органической и аналитической химии физико-математического факультета МГУ, в 1929–1938 г. – кафедрой органической химии, в 1938–1953 г. – кафедрой химии нефти.

Зелинский впервые ввел в программу преподавания систематическое прохождение большого практикума по органической химии с определенной программой, построенной по синтетическим методам органической химии. В 1905 г., в период общего расширения и перестройки университетских зданий, Зелинскому удалось увеличить помещения химической лаборатории до 254 рабочих мест.

До 1911 г. Зелинский вел практические занятия по органической химии со студентами. Для студентов, специализирующихся по органической химии, была введена система обязательного синтеза около 30 органических препаратов до начала выполнения самостоятельных исследований; эта практика сильно отличалась от системы, принятой при В.В.Марковникове и впоследствии укоренилась в Московском университете. Зелинский до 1911 г. также читал общий курс органической химии; кроме того, помимо основного курса, в 1886–1911 г.



Н.Д.Зелинский с сотрудниками и учениками. Дореволюционный период, стоят слева направо: 2-й – Е.С.Пржевальский, 3-й – И.Ф.Гутт, сидят справа налево: 1-й – С.С.Наметкин, 3-й – В.В.Лонгинов (?).

в Московском университете читалось большое количество приват-доцентских курсов: «Дополнительный курс органической химии», «Органическая химия. Азотистые органические соединения», «История и критика теории строения органических соединений» – И.А.Каблуков; «Металлоорганические соединения», «Многоатомные спирты и углеводы», «Способы определения строения органических соединений» – М.И.Коновалов; «Методы превращений органических соединений в связи с их строением», «Методы синтеза органических соединений», «Повторительный курс органической химии» и др. – Н.М.Кижнер; «Органическая химия. Ароматический ряд» – А.Н.Реформатский; «Избранные главы из органической химии» – С.Г.Крапивин (см. также раздел 13) и Н.А.Розанов; «Последние успехи экспериментальной химии», «Химия алкалоидов», «Основы органической химии» и др. – А.Е.Чичибабин; «Химия органических красок» – А.А.Яковкин; курс стереохимии – Н.Д.Зелинский. В 1910 г. С.Г.Крапивиным были изданы «Практические работы по органической химии», в которых приводились описания 178 практических задач, наиболее часто предлагаемых студентам в химической лаборатории Московского университета.

Зелинский продолжил традиционные направления исследований, связанные с химией нефти. В 1901–1907 г. в лаборатории органической и аналитической химии были синтезированы многочисленные углеводороды с числом атомов углерода в кольце от 3 до 8, что послужило основой искусственного моделирования нефтяных фракций. С начала 1910-х годов в лаборатории начало формироваться новое направление исследований – органический катализ.

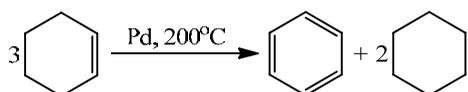
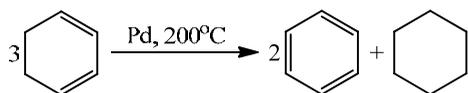
**Николай Дмитриевич Зелинский** окончил естественное отделение физико-математического факультета Новороссийского университета в 1884 г., в дальнейшем совершенствовал образование у Й.Вислиценуса в Лейпцигском университете и у В.Мейера в Гёттингенском университете. С 1888 г. на протяжении четырех лет работал в Новороссийском университете, где в 1888 г. выдержал магистерский экзамен и защитил магистерскую (1889 г.) и докторскую (1891 г.) диссертации. В 1893–1953 г. – профессор Московского университета, кроме периода 1911–1917 г., когда он покинул университет вместе с группой учёных в знак протеста против реакционной политики царского министра народного просвещения Л.А.Кассо (в этот период являлся директором Центральной химической лаборатории министерства финансов в Петербурге). В 1935 г. Зелинский активно участвовал в организации Института органической химии АН СССР, в котором затем руководил рядом лабораторий; этот институт с 1953 г. носит его имя.

Основными направлениями научной деятельности Н.Д.Зелинского были несколько областей органической химии – органический катализ, химия гетероциклов, химия алициклических соединений, химия белка и аминокислот. Он изучал изомерию производных тиофена, синтезировал ряд его гомологов, исследовал стереоизомерию предельных алифатических дикарбоновых кислот, открыл методы синтеза циклических пяти- и шестичленных кетонов, синтезировал из полученных кетонов углеводороды, углеводородное кольцо которых содержит от трех до девяти атомов углерода, что позволило искусственно смоделировать состав нефти и нефтяных фракций. Н.Д.Зелинский был одним из родоначальников учения об органическом катализе, открыл дегидрогенизационный катализ [136–139], суть которого состоит в избирательном действии палладия и платины на циклогексановые и ароматические углеводороды, а также в идеальной обратимости реакций гидро- и дегидрогенизации, зависящих только от температуры, открыл необратимый катализ – каталитическое диспропорционирование циклогексадиена и циклогексена (1911 г.) [140], реакции селективного каталитического гидрогенолиза циклопентановых углеводородов, деструктивного гидрирования, изомеризации, взаимные превращения циклов в направлении как расширения, так и сужения, экспериментально доказал образование метиленовых радикалов как промежуточных соединений в процессах органического катализа, открыл и осуществил процессы пирогенетической и каталитической ароматизации нефтей, предложил идеи о деформации молекул реагентов на твердом катализаторе в процессе адсорбции, разработал (совместно с А.Куммантом) конструкцию противогАЗа\* [141], впервые в СССР начал работы по получению хлоропренового каучука (совместно с Н.С.Козловым). Многие работы Зелинского были посвящены также исследованиям в области белка и аминокислот: он открыл реакцию получения из альдегидов и кетонов  $\alpha$ -аминокислот воздействием смеси цианида калия с хлоридом аммония и следующим за этим гидролизом  $\alpha$ -аминитрилов и получил целый ряд аминокислот и оксиаминокислот.

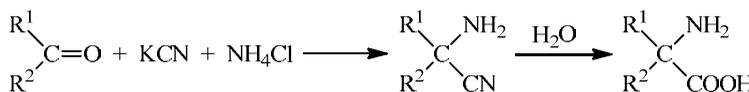
\*Первые опыты были проведены в центральной лаборатории Министерства финансов в Петрограде. В герметически закрытой комнате зажгли большой кусок серы, комната заполнялась ядовитым оксидом серы. Когда концентрация газа стала достаточно высокой, в комнату вошли Николай Зелинский и его сотрудники – лаборант Сергей Степанов и В.С.Садиков, дыша через платок с прокаленным углем. Испытания превзошли все ожидания. Степанов смог пробыть в смертельно ядовитой атмосфере свыше часа, другие испытатели – полчаса. Царь лично поблагодарил Николая Зелинского, а его ученика Степанова за проявленное мужество приказал наградить солдатским Георгиевским крестом. После этого государь издал приказ: изъять все другие системы защиты и начать массовое производство противогАЗа Зелинского.

В 1918–1919 г. Зелинский разработал метод получения бензина крекингом солярового масла и нефти в присутствии хлористого и бромистого алюминия; реализация этого метода в промышленном масштабе сыграла важную роль в обеспечении бензином Советского государства.

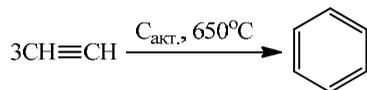
Четыре именные реакции органической химии носят его имя: реакция каталитического диспропорционирования циклогексадиена и циклогексена (необратимый катализ, 1911 г., **реакция Зелинского**), метод синтеза  $\alpha$ -аминокислот из альдегидов и кетонов (**реакция Зелинского–Стадникова**, модификация **синтеза Штреккера**), реакция тримеризации ацетилен в бензол на активированном угле при нагревании (**реакция Зелинского–Казанского**), получение  $\alpha$ -галогензамещенных карбоновых кислот действием брома (или хлора) в присутствии фосфора или его галогенидов (**реакция Гелля–Фольгарда–Зелинского**).



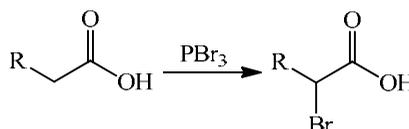
Реакция Зелинского.



Реакция Зелинского–Стадникова.



Реакция Зелинского–Казанского.



Реакция Гелля–Фольгарда–Зелинского.

В 1911 г. Министерство просвещения провело ряд мероприятий, резко ущемлявших права профессоров и преподавателей университета. В знак протеста около 130 профессоров Московского университета, в том числе Н.Д.Зелинский и часть его ближайших сотрудников ушли из университета. Лабораторией органической и аналитической химии временно заведовали И.А.Каблуков (аналитической частью) и штатный лаборант И.Ф.Гутт (органической частью). В 1912 г. И.Ф.Гутт подал в отставку, и лабораторию органической и аналитической химии возглавил профессор В.В.Челинцев (подробнее см. раздел 10), известный своими работами по магний-органическим и гетероциклическим соединениям. Он же вел и практические занятия по органической химии.

После Октябрьской революции, в 1917 г., Зелинский вернулся в Московский университет и вновь принял заведование лабораторией органической химии, которую возглавлял до 1929 г. (до учреждения химического факультета). В лаборатории по-прежнему выполнялись многочисленные исследования в области органического катализа, синтеза и нефтехимии, одним из новых направлений стала химия белка.

В 1921 г. в составе физико-математического факультета было учреждено **химическое отделение**, просуществовавшее в Московском университете восемь лет. Количество студентов, поступающих на первый курс химического отделения по первоначальному плану, должно было составить 250 человек. Однако эту цифру вскоре пришлось увеличить: уже в декабре 1921 г. список студентов, принятых на первый курс, дошел до четырехсот человек. На базе химического отделения в 1923 г. началась подготовка химиков высшей квалификации через аспирантуру.

В рамках основанной при МГУ Ассоциации научно-исследовательских институтов (АНИИФМФ) в 1922 г. был создан Научно-исследовательский институт химии (НИИХ), возглавивший всю научно-исследовательскую работу университета по химии. Через НИИХ велась подготовка аспирантов, в лабораториях НИИХ работали студенты старших курсов, выполнявшие здесь дипломные работы (учебные практикумы для младшекурсников по-прежнему проводились в факультетских лабораториях).

В июле 1928 г. пленум ЦК ВКП(б) принял постановление «Об улучшении подготовки новых специалистов» в свете сталинского лозунга «кадры решают все», и было начато реформирование высшей школы в направлении ее профессионализации. В мае 1929 г. на очередном ректорском совещании в Москве было постановлено изменить управление высшими учебными заведениями, поскольку партия требовала ускорить подготовку специалистов: предметные комиссии ликвидировались, основной учебно-производственной единицей становились кафедры с заведующими, назначаемыми лично ректором. В ходе указанных реформ, согласно приказу по МГУ, 1 октября 1929 г. на базе химического отделения физико-математического факультета был учрежден химический факультет МГУ. В числе первых пяти кафедр в его составе была создана и кафедра органической химии, которую возглавил Н.Д.Зелинский.

Вновь созданный факультет выпускал химиков по четырем специальностям: неорганическая, органическая, физическая и аналитическая химия. Значительную часть (до 50%) преподавателей составляли молодые сотрудники. На факультете обучалось 740 студентов. Со второго курса происходило разделение на два потока: органическая и неорганическая химия. На четвертом курсе студенты приобретали узкую специализацию.

Первоначально кафедра органической химии включала пять лабораторий: полупродуктов и красителей (заведующие Н.Н.Ворожцов и А.П.Терентьев), нефти (заведующий Б.А.Казанский), целлюлозы (А.М.Настюков), переработки белковых веществ (Н.И.Гаврилов), катализа органических веществ (М.И.Ушаков). Уже к 1933–1934 г. в структуре кафедры произошли существенные изменения и в ее составе значились шесть лабораторий (органического катализа, синтетического каучука, химии нефти, металлоорганических соединений, белковых веществ и органического синтеза).

В 1929 г. в средствах массовой информации неоднократно обсуждался вопрос о необходимости коренной перестройки учебного процесса в университете на «бригадно-консультационных» началах. В декабре 1929 г. было заявлено о необходимости «расчленения» университета по производственному принципу на несколько самостоятельных вузов с целью «ввинтить науку в производство». В январе 1930 г. началась общая реорганизация МГУ. В массовом масштабе был введен «активный бригадно-лабораторный метод занятий».

22 апреля 1930 г. химический факультет был выведен из состава МГУ и в качестве IV филиала вошел в состав Единого Московского химико-технологического института (ЕМХТИ), включившего четыре химических вуза и начавшего выпускать инженеров-исследователей. К 1931 г. в РСФСР таким образом было создано более 40 новых вузов и втузов. Реформирование высшей школы позволило сократить сроки обучения и повысить пропускную способность вузов. В апреле 1931 г. вышло Постановление ЦК ВКП(б) «О целевых установках университетов», в соответствии с которыми университеты должны были начать готовить кадры для производства (для заводских лабораторий и НИИ, обслуживающих определенные отрасли промышленности).

Однако в январе 1933 г. Московский исследовательский химический институт (бывший химический факультет, затем IV филиал ЕМХТИ) вновь влился в систему МГУ на правах химического отделения. На химическом отделении были установлены специальности и кафедры: аналитической химии (зав. проф. Е.С.Пржевальский), неорганической химии (зав. проф. Э.Ф.Краузе), физической химии (зав. проф. А.В.Раковский), органической химии (зав. Акад. АН СССР Н.Д.Зелинский), коллоидной химии (зав. проф. В.А.Наумов). Применение бригадно-лабораторного метода занятий было признано нецелесообразным. Коллективная аттестация была отменена и вновь введены зачетные сессии и экзамены. В мае 1933 г. в университете была восстановлена факультетская система.

Созданные по инициативе Зелинского на кафедре органической химии лаборатория химии нефти (1929 г.) и лаборатория органического катализа (1930 г.) позднее были преобразованы соответственно в кафедру химии нефти (1938 г.), которую возглавил Н.Д.Зелинский, и кафедру органического катализа (1940 г., А.А.Баландин).

Н.Д.Зелинский создал в Московском университете вторую крупную школу химиков-органиков, которая уже в начале XX века приобрела широкую известность. Виднейшими учениками и сотрудниками Зелинского были А.А.Баландин, Л.Ф.Верещагин, Б.А.Казанский, К.А.Кочешков, С.С.Наметкин, А.Н.Несмеянов, Л.А.Чугаев, В.В.Челинцев, А.Е.Чичибабин, Н.А.Шилов и др.

#### 4.1.5. Научная школа Н.Д.Зелинского



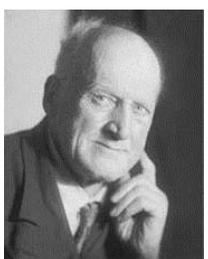
Н.Д.Зелинский с сотрудниками. 1940-е годы.



**Борис Александрович Казанский** (1891–1973 г.) – выпускник Московского университета, является совместно с Н.Д.Зелинским автором известных работ по каталитическому крекингу солярового масла с хлористым алюминием и с рядом гетерогенных катализаторов (активированный уголь, окись алюминия). С 1935 г. он читал в Московском университете лекции по органическому катализу, химии нефти и органической химии. С 1945 по 1960 г. последовательно был заместителем заведующего кафедрой химии нефти, заведовал кафедрой органического катализа (1949–1953 г.), а затем и кафедрой химии нефти (1953–1960 г.). С 1961 г. профессор кафедры химии нефти и органического катализа, с марта 1935 г. старший научный специалист во вновь созданном Институте органической химии (ИОХ), с 1954 по 1966 г. директор ИОХ. Работая в Институте, не прерывал своей педагогической деятельности в Московском университете. Наряду с теоретическими исследованиями выполнял работы прикладного характера, связанные с появлением в СССР промышленного производства синтетического каучука. Один из создателей научных основ нефтехимии и катализа, действительный член АН СССР (1946 г.). Открыл и изучил механизмы каталитических реакций дегидроциклизации углеводородов, гидрогенолиза циклоалкановых производных, процессов гидрирования и дегидрирования олефинов и ароматических соединений. Разработал технологический процесс получения бензола из гексана. Автор широко распространенного метода анализа бензиновых смесей. Им были открыты три новых типа каталитических реакций углеводородов – гидрогенолиз циклопентанов (совместно с Н.Д.Зелинским и А.Ф.Платэ [142]), ароматизация парафиновых углеводородов [143] и их дегидроциклизация с образованием пятичленных циклов [144].



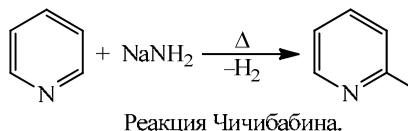
**Алексей Александрович Баландин** (1898–1967 г.) в 1923 г. окончил физико-математической факультет МГУ им. М.В.Ломоносова по специальности «физическая химия». С 1930 г. читал курс «Органический катализ» для студентов-химиков МГУ, в 1934 г. стал профессором кафедры органической химии МГУ. В 1939 г. организовал на химфаке МГУ лабораторию органического катализа. Известен прежде всего как создатель мультиплетной теории катализа (1929 г. [145]), основанной на предположении о структурном сходстве молекулы реагента и поверхности катализатора; создал новое направление «Научные основы подбора катализаторов» и возглавил соответствующий Совет в Академии наук. Автор основополагающих работ по теории каталитического гидрирования непредельных органических соединений, исследовал кинетику и механизмы реакций гидрирования и дегидрирования насыщенных и ненасыщенных углеводородов. А.А.Баландин опубликовал 1200 научных работ, в том числе 8 научно-теоретических обзоров и 4 монографии.



**Владимир Васильевич Челинцев** (1877–1947 г.) окончил физико-математический факультет (естественное отделение) Московского университета с дипломом первой степени и был оставлен для подготовки к профессорскому званию. Зачетная (дипломная) работа В.Челинцева на тему «Азосоединения ароматического ряда» выполнялась под руководством проф. Н.Д.Зелинского. Защитил в Московском университете магистерскую диссертацию на тему «Индивидуальные магнийорганические соединения и их превращения в оксониевые и аммониевые комплексы» (1908 г.). С 1912 г. читал общий курс органической химии и вел также практические занятия по этой дисциплине. С 1912 по 1917 г. профессор Челинцев заведовал лабораторией органической и аналитической химии. В 1918 г. он был назначен профессором Саратовского госуниверситета, с которым связана вся его последующая деятельность (см. раздел 10). Проведенные Челинцевым термохимические исследования позволили исправить прежние формулы ряда комплексных оксониевых соединений и составить полную таблицу термохимических данных относительно высших валентностей у всех основных групп органических соединений. В последующих работах по изучению хлорофилла ему удалось выяснить положение магния в пиррольных кольцах, природу четырехкольчатой пиррольной группировки, а также некоторые вопросы химизма процесса ассимиляции хлорофилла. С 1930-х годов занимался исследованием фурановых соединений [146].



**Алексей Евгеньевич Чичибабин** (1871–1945 г.) начал свою научную деятельность на естественном отделении физико-математического факультета Московского университета под руководством В.В.Марковникова и М.И.Коновалова. В 1899–1909 г. – ассистент кафедры химии в Московском сельскохозяйственном институте; одновременно в 1901–1911 г. преподавал в Московском университете. Главным направлением научной деятельности А.Е.Чичибабина являлась химия пиридина и его производных, а также родственных соединений – алкалоидов и синтетических веществ с сильным физиологическим действием. Реакция получения  $\alpha$ -аминопиридина действием на пиридин амида натрия получила название **реакции Чичибабина** [147].



Работы Чичибабина по соединениям трехатомного углерода (1902–1912 г.) явились основой для создания учения о свободных радикалах (докторская диссертация на тему «Исследования по вопросу о трехатомном углероде и о строении простейших окрашенных производных

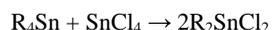
трифенилметана» [148]). С наступлением первой мировой войны активно занимался созданием технологий производства лекарств, внёс большой вклад в организацию российской фармацевтической промышленности. Разработал совместно с учениками технологии производства салициловой кислоты и её солей, аспирина, салола и фенаcetина; совместно с Н.Г.Пацуковым и В.М.Родионовым начал производство морфина и кодеина. Также занимался работами в области магнийорганического синтеза. Изданная в 1925 г. книга Чичибабина «Основные начала органической химии» [149] выдержала неоднократные переиздания и была переведена на чешский, словацкий, венгерский, французский, испанский, английский и китайский языки. Во Франции этот курс в 1930–40-ые годы был рекомендован в качестве основного руководства по органической химии во многих французских университетах [150]. В 1926 г. избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1928 г. – академиком.

В 1930 г. после трагической смерти дочери от ожога олеумом А.Е.Чичибабин уехал в Париж, где вначале работал в фармацевтической лаборатории профессора М.Тиффано в Hotel-Dieu, затем руководил исследовательской лабораторией одного из крупнейших химических концернов «Etablissements Kuhlmann». В 1936 г. окончательно отказался вернуться на Родину и решением общего собрания Академии наук был лишен звания академика и гражданства СССР. В 1990 г. Общее собрание АН СССР приняло решение о восстановлении Чичибабина в звании действительного члена Академии наук [151, 152].



**Ксенофонт Александрович Кочешков** (1894–1978 г.) – ученик Н.Д.Зелинского, окончивший Московский университет в 1922 г. С 1934 г. – профессор кафедры органической химии. В 1930 г. совместно А.Н.Несмеяновым создал новый лекционный курс «Химия элементоорганических соединений», который читал на химическом факультете в течение нескольких лет. С 1944 г. – заведующий лабораторией химии элементоорганических соединений кафедры органической химии химического факультета МГУ. С 1951 г. возглавлял созданную им в конце 1940 годов лабораторию синтеза и строения металлоорганических соединений в Научно-исследовательском физико-химическом институте им. Л.Я.Карпова.

Научные работы К.А.Кочешкова посвящены химии металлоорганических соединений. В 1929 г. он впервые разработал метод синтеза соединений класса  $R_4SnX_3$  и изучил их свойства. Совместно с А.Н.Несмеяновым в 1930 г. открыл способ получения оловоорганических соединений через ртутьорганические соединения. Также совместно с А.Н.Несмеяновым в 1935–1948 г. применил диазометод для получения органических соединений олова, свинца, сурьмы и других металлов. В 1936 г. К.А.Кочешков впервые получил олово- и свинецорганические соединения арильного ряда с различными заместителями в арильном ядре, соединенном непосредственно с оловом и свинцом. В 1944 г. синтезировал органические соединения трех- и пятивалентной сурьмы с различным количеством арильных радикалов. Впоследствии получил полилитиевые соединения, в частности, полилитийтолуол. Многие из указанных реакций известны в мировой литературе как «**реакции Кочешкова**», они являются основным методом синтеза целого ряда важнейших классов металлоорганических соединений в лабораторных и промышленных масштабах [153–157]. К.А.Кочешков разработал также методы синтеза аминов, меркаптанов и других соединений с помощью металлоорганических соединений.



Реакции Кочешкова.

#### 4.1.6. Кафедра органической химии Московского университета в 1938–1944 г. Заведующий кафедрой – академик Сергей Семенович Наметкин

В 1938 г. кафедру органической химии возглавил ученик Н.Д.Зелинского **Сергей Семенович Наметкин**, известный своими работами по установлению строения бициклических углеводородов, а также исследованию терпеновых соединений и открытием (совместно с Л.Я.Брюсовой) камфеновой перегруппировки II рода (**перегруппировки Наметкина**, см. раздел 4.2), позволившей объяснить механизмы многих превращений в химии терпенов.



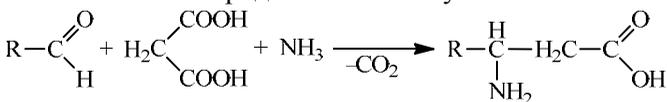
**Сергей Семенович Наметкин** (1876–1950 г.) окончил физико-математический факультет Московского университета в 1902 г., ученик Н.Д.Зелинского. Среди мест его дальнейшей работы – П МГУ (1918–1924 г., профессор, декан, ректор), ГИНИ (нефтяной институт) при ВСНХ (1924–1934 г.), Горная академия (1927–1930 г.), МИТХТ (1930–1938 г.), с 1938 г. профессор МГУ, с 1939 г. директор института нефти АН СССР. Исследовал реакции каталитической гидрополимеризации непредельных углеводородов, разработал методы определения непредельных углеводородов в нефтепродуктах, способы обессеривания нефти, ряд методов нефтехимического синтеза, в т.ч. метод прямого окисления углеводородов до спиртов и альдегидов. Также проводил исследования в области синтеза моющих средств, душистых веществ и стимуляторов роста растений. С 1927 г. первым в России начал читать систематический курс химии нефти. В Московском университете в течение нескольких лет читал сокращенный курс органической химии для студентов-биологов и геологов, а позднее – спецкурсы для химиков по химии алициклических соединений и эфирных масел. С.С.Наметкин проявлял активный интерес к истории химической науки, он автор статей, посвященных жизни и творчеству Д.И.Менделеева, А.М.Бутлерова, Н.Д.Зелинского, Л.А.Чугаева, Н.М.Кижнера, В.Е.Тищенко. «*Мне приходилось видеть и слышать немало крупных ученых, но химическая эрудиция С.С.Намёткина, пожалуй, не знала себе равных. Тем не менее за годы нашей совместной работы я ни разу не слышал от него каких-либо ссылок на научное превосходство, опыт и авторитет. Уважение к оппоненту, дух терпимости и свободы научной мысли, дружеское внимание к товарищу – эти черты его характера, его облика остались в памяти навсегда как образец, которому хочется подражать*», – так вспоминал о Наметкине д.х.н. Б.А.Кренцель [158].

Под руководством С.С.Наметкина на кафедре органической химии была начата серия работ, посвященных синтезу душистых веществ и стимуляторов роста растений. В связи с запросами производства при НИИХ МГУ в 1938 г. была организована лаборатория органического анализа, в которой имелся специальный практикум и выполнялись органические анализы по договорам с предприятиями.

Осенью 1941 г. в связи с начавшейся Великой Отечественной войной часть преподавателей, научных сотрудников и студентов кафедры органической химии была эвакуирована в Ташкент, затем в Ашхабад (впоследствии некоторые профессора кафедры переехали в Свердловск). Заведующим Ашхабадской группой был назначен профессор Александр Петрович Терентьев. Заведовать оставшейся в Москве частью кафедры в 1942–1944 г.



был приглашен **Владимир Михайлович Родионов** (1878–1954 г.) – открыватель **реакции Родионова** [159, 160], известный своими работами по химии аминокислот, красителей, алкалоидов, витаминов, душистых веществ, физиологически активных веществ, член-корр. РАН, один из организаторов анилинокрасочной и фармацевтической промышленности в нашей стране. Во время войны на кафедре органической химии было налажено производство сахарина и лекарственных препаратов (сульфидина, дифенилизопропилового спирта и др.), проводились работы по определению октанового числа авиационных бензинов. Во время войны московская группа продолжала вести учебные занятия.



Реакция Родионова.

К концу 1943 г. эвакуированные сотрудники кафедры возвратились в Москву, и кафедрой вновь стал заведовать С.С.Наметкин. В начале 1944 г. из кафедры органической химии выделилась кафедра специального органического

синтеза и анализа, которую возглавил С.С.Наметкин; а кафедру органической химии принял А.Н.Несмеянов, вскоре ставший деканом химического факультета.

#### 4.1.7. Кафедра органической химии Московского университета в 1944–1978 г.

Заведующий кафедрой – академик Александр Николаевич Несмеянов



**Александр Николаевич Несмеянов** (1899–1980 г.) в 1922 г. закончил естественное отделение физико-математического факультета Московского университета по специальности физико-химия и по предложению академика Н.Д.Зелинского был оставлен в университете для подготовки к профессорскому званию. Вся его дальнейшая жизнь с этого момента была связана с Московским университетом. В 1924 г. он стал ассистентом, в 1930 г. получил звание доцента, а в 1934 г. – степень доктора химических наук и звание профессора. В 1939 г. он был избран членом-корреспондентом и в 1943 г. – действительным членом Академии наук СССР. В 1944 г. А.Н.Несмеянов возглавил кафедру органической химии на химическом факультете МГУ, в

1945–1948 г. был деканом химического факультета, в 1948 г. стал ректором МГУ. В 1951–1961 г. А.Н.Несмеянов – Президент Академии наук СССР.

Сразу после возвращения из эвакуации кафедра включала в себя 4 лаборатории: органического синтеза – заведующий Ю.К.Юрьев, после 1945 г. – Р.Я.Левина; химии элементоорганических соединений – заведующий К.А.Кочешков, позже – А.Н.Несмеянов; химии белка (Н.И.Гаврилов), лекционно-демонстрационную (Н.К.Кочетков), а также студенческий практикум по органической химии. В 1950 г. на кафедре образовалась лаборатория антибиотиков (заведующий Н.Д.Зелинский, заместители – А.Б.Силаев и А.П.Терентьев).

В послевоенный период на кафедре органической химии проводились широкомасштабные химические исследования по созданию новых методов синтеза ацетиленовых, этиленовых, парафиновых и циклопарафиновых углеводородов, кислородсодержащих гетероциклов, производных антибиотиков. Академиком Несмеяновым и К.А.Кочешковым были начаты исследования в области элементоорганических соединений (производных олова, ртути, золота, магния, фосфора, мышьяка и др.), во многом благодаря которым химия элементоорганических соединений развилась в особую область органической химии. С 1952 г. разрабатывалась новая область исследований – химия сэндвичевых соединений переходных металлов, в частности, производных ферроцена. Совместно с ИНЭОС РАН в 1960–1970 г. изучались возможности создания синтетических пищевых продуктов.

Несмотря на огромную нагрузку по руководству Московским университетом, Академией наук и Институтом органической химии (1939–1954 г.), А.Н.Несмеянов сам очень интенсивно занимался научными исследованиями. Мировую известность и признание принесли ему работы в области новой химической дисциплины – химии элементоорганических соединений; А.Н.Несмеянов является одним из ее создателей.\*

Среди областей научных интересов Несмеянова – разработка методов синтеза и изучение свойств металлоорганических соединений непереходных и переходных металлов, органический синтез (синтетические методы на основе превращений  $\beta$ -хлорвинилкетон [161], синтетическая химия полигалогенпроизводных и др.), теоретическая органическая химия (таутомерия и двойственная реакционная способность), пути синтеза искусственной пищи из простейших и доступных веществ (углеводов, нитросоединений, альдегидов): аминокислоты и продукты белкового характера, имитаторы запахов и вкуса пищевых продуктов [162–165].

А.Н.Несмеянов был одним из авторов и редакторов (совместно с К.А.Кочешковым) серийных изданий «Синтетические методы в области металлоорганических соединений» (1945–1950 г.) и «Методы элементоорганической химии» (1963–1976 г.). Несмотря на огромную занятость организационной работой, А.Н.Несмеянов в течение многих лет читал на химическом факультете курс лекций по органической химии, на которые съезжалась вся научная Москва.\*\*

В 1953–1954 г. был построен комплекс новых зданий МГУ на Ленинский горах, в одно из которых переехал химический факультет. Именно с именем Несмеянова связана организация нового строительства Московского университета. «Я, как только стал ректором, сразу же завел разговор о строительстве, но на этот раз уже не только химфака, а всего МГУ. Ю.А.Жданов сказал, что он разузнает, как обстоят дела, и даст мне сигнал в нужный момент. Этот момент наступил очень скоро. Юрий Андреевич сказал мне, что принято решение о строительстве в Москве нескольких высотных зданий и что следует (не знаю, получил ли он это указание

\*Из воспоминаний профессора Ю.А.Устынюка: «Способность уловить новую идею, оценить ее возможности и немедленно включиться культивировалась А.Н.Несмеяновым. Ю.Г.Бундель как-то говорил: «Он (Несмеянов) похож на породистую собаку, которая чувствует запах горячей крови и мчит по горячему следу». Я всегда восхищался способностью его и И.П.Белецкой такие идеи генерировать и распознавать. На мой взгляд, именно эта ориентация на передний край мировой науки и сделала кафедру при А.Н.Несмеянове центром научной мысли в стране».

\*\*Из воспоминаний проф. Ю.А.Устынюка: «В Южной химической аудитории первые ряды обычно были заполнены маститыми учеными, которые приходили на лекцию задолго до ее начала. Аудитория всегда была переполнена. Манера чтения А.Н.Несмеянова покоряла и завораживала слушателей сразу. Он никогда не прибегал к эффектным позам и приемам. Говорил очень внятно, спокойно и не очень громко, как бы размышляя вслух, никогда не пользовался какими-либо записями или конспектами, четко и ровно рисовал на доске сложные формулы и уравнения реакций. У студентов создавалось при этом впечатление, будто бы излагаемые лектором знания и мысли рождались у него в голове на их глазах. Они и сами как бы становились соучастниками этого творческого процесса. Безупречная логика, интереснейшие примеры, красивые опыты... На этих лекциях была воспитана целая плеяда блестящих профессоров. В беседе со мной, своим лекционным ассистентом, Александр Николаевич как-то объяснял: «Конечно, я детально знаю свой предмет, и память у меня не плохая. Но при этом я все равно волнуясь перед каждой лекцией. Да, волнуясь, как артист, выходящий на сцену. Нет ничего почетнее, прекраснее и сложнее, чем эта встреча с аудиторией, заполненной теми, кто придет нам на смену в науке. Сколько сияющих глаз! Я не должен их обмануть. Вот Вы говорите, что самое большое удовлетворение дает Вам хорошо проведенное исследование. Да, я Вас хорошо понимаю. Но подумайте, пусть Вы получили важный результат и опубликовали статью в престижном журнале. Ее, в самом лучшем случае, прочтут четыре десятка коллег, но лишь десяток сойдет на нее в своих публикациях. Но пройдет два-три года, и о ней просто забудут. Если же Вы прочтете хороший курс лекций, то сотни ваших студентов запомнят эти лекции на всю оставшуюся жизнь, да еще и детям своим о них расскажут. Как же тут не волноваться!?».

от И.В.Сталина или от А.А.Жданова) просить одно из таких зданий для нужд МГУ. Тут же стали писать письмо Сталину. Исходя из подсчитанных мною с М.А.Прокофьевым (доцент химического факультета, секретарь парткома МГУ) необходимых площадей для химфака и «по укрупненным показателям», пропорционально увеличивая кубатуру, легко было ориентировочно определить нужды МГУ. Так как цифры получались достаточно внушительными, то решили не рассчитывать их пока на гуманитарные факультеты МГУ, им с избытком хватило бы оставленных на Моховой зданий. Полученное таким образом огромное число ( $1600000 \text{ м}^3$ ) и было внесено в краткую записку-просьбу на имя Сталина примерно такого содержания: просим обратить строительство одного из высотных зданий для нужд МГУ. Потребность составляет  $1600000 \text{ м}^3$ » [166]. А.Н.Несмеянов лично занимался проектированием интерьера новых лабораторий. По его инициативе переоборудовали одну из комнат в Институте органической химии АН СССР по образцу будущих лабораторий химического факультета МГУ. Были сконструированы вытяжные шкафы без средних стоек и новая модель рабочего химического стола. Несмеянов много раз опробовал их сам и расспрашивал сотрудников, удобны ли высота стола, табуретов, расположение сантехники.

После переезда в новые здания кафедры специального органического синтеза, которой после смерти С.С.Наметкина в 1950 г. заведовал А.П.Терентьев, была преобразована в лабораторию специального органического синтеза в составе кафедры органической химии. Главным направлением работы этой лаборатории стали вопросы синтеза и исследования оптически активных и внутрикомплексных соединений. В 1957 г. на кафедре была создана лаборатория теоретических проблем органической химии (заведующий О.А.Реутов).

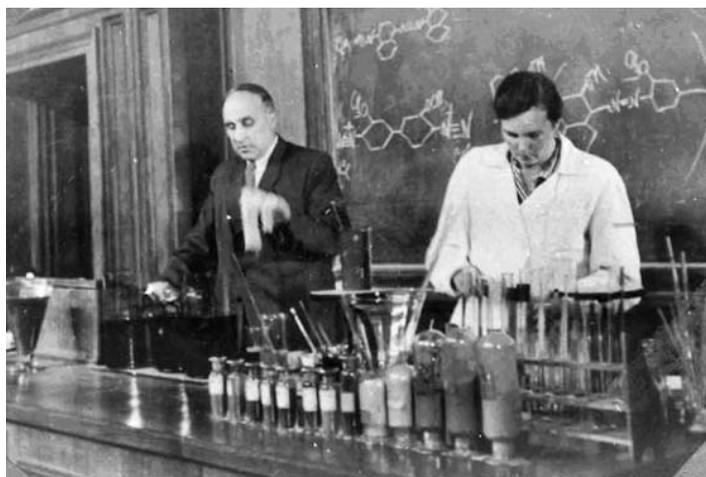
В конце 1965 г. на базе лаборатории химии белка кафедры органической химии Химического факультета МГУ была образована **кафедра химии природных соединений**. Первым заведующим кафедрой стал чл.-корр. РАН **М.А.Прокофьев** – выдающийся ученый и государственный деятель, Министр просвещения СССР в 1966–1984 г.



А.Н.Несмеянов (справа) на строительной площадке новых зданий МГУ (осень 1950 г.).



Часть сотрудников кафедры органической химии. 1967 г.

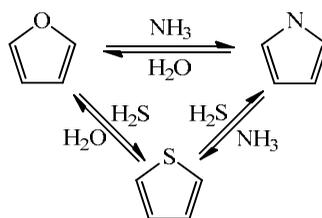


А.Н.Несмеянов на лекции по органической химии на химическом факультете (справа – лекционный ассистент Т.П.Толстая).

В послевоенные годы на кафедре работали многие выдающиеся ученые и педагоги – Ю.К.Юрьев, Р.Я.Левина, Н.К.Кочетков, А.П.Терентьев, А.Н.Кост, И.Ф.Луценко и многие другие.

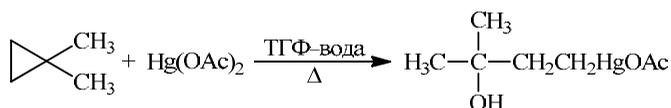


**Юрий Константинович Юрьев** (1896–1965 г.), известный своими работами по изучению реакций взаимного каталитического превращения пятичленных гетероциклов (**реакция Юрьева** [167]), был первым заведующим лабораторией химии гетероциклических соединений. Ю.К.Юрьев впервые начал читать на кафедре спецкурс «Химия гетероциклических соединений», а также оригинальный общий курс «Синтетические методы органической химии», который по составленной им программе позднее читался и в ряде других высших учебных заведений страны. Юрьевым и сотрудниками был написан учебник «Практические работы по органической химии», а также разработана программа большого практикума по органической химии, которая на многие годы стала типовой для всех химических факультетов университетов.



Реакция Юрьева.

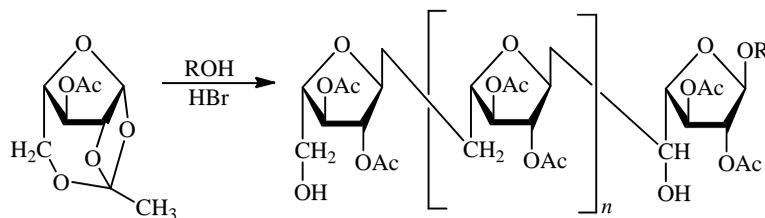
**Роза Яковлевна Левина** (1900–1970 г.) с сотрудниками разработала методы синтеза различных труднодоступных углеводородов, открыла ацетилен-диеновую перегруппировку, а также реакцию размыкания циклопропанов под действием солей ртути [168]. Ученица Н.Д.Зелинского, одна из первых аспиранток химического факультета, в 1943–1970 г. заведовала **лабораторией органического синтеза**. В 1941–1943 г. была в эвакуации в Свердловске (ныне Екатеринбург), где преподавала и основала уральскую школу химии углеводородов. Читала на кафедре спецкурсы «Избранные главы органической химии» и «Методы органического синтеза».



Раскрытие циклопропана под действием соли ртути.



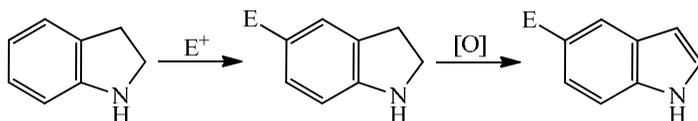
**Николай Константинович Кочетков** (1915–2005 г.), выпускник МИТХТ (см. раздел 4.2), ассистент (с 1945 г.), доцент (с 1951 г.), с 1955 г. – профессор кафедры органической химии химического факультета МГУ. С 1959 по 1966 г. – заместитель директора и заведующий лабораторией Института химии природных соединений АН СССР, с 1966 по 1988 г. – директор ИОХ им. Н.Д.Зелинского АН СССР, с 1988 г. – почётный директор института и научный руководитель лаборатории химии углеводов. Разрабатывал химию β-хлорвинилкетон, с середины 1950-х годов начал проводить обширные исследования по химии углеводов; им были открыты природные олигозиды, разработаны методы их выделения и установления строения [169]. В конце 1950-х–начале 1960-х годов разрабатывал и изучал методы синтеза моносахаридов и их производных – дезокси-сахаров, высших сахаров, кетодезоксиальдоновых кислот, аминсахаров, гликозидов, гликопептидов [170]. Разработал способ удлинения углеродной цепи моносахаридов на два звена, а также новые методы создания гликозидных связей, в частности, ортоэфирный метод (1965 г.) и цианэтилиденную конденсацию (1976 г.). Н.К.Кочетковым были предложены методы получения противотуберкулёзных, противосудорожных и противоаллергических препаратов (циклосерин, хлоракон, диазолин и др.), в 1990-х годах – методы синтеза ряда антибиотиков. Н.К.Кочетков принимал участие в разработке физико-химических методов структурного анализа сложных углеводов (масс-спектрометрия, спектроскопия ЯМР с компьютерным анализом спектров); им разработаны подходы к получению искусственных антигенов, применяющихся в качестве средств диагностики заболеваний. В 1958–1959 г. он впервые в МГУ создал оригинальный курс по химии нуклеиновых кислот и написал (с соавторами) первое учебное пособие по химии этих соединений [171]. В начале 2000-х годов Н.К.Кочетков был одним из самых цитируемых химиков в нашей стране.



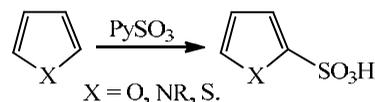
Синтез полисахаридов поликонденсацией ортоэфиров (Н.К.Кочетков, А.Ф.Бочков).



**Александр Петрович Терентьев** (1891–1970 г.) (член-корреспондент АН СССР с 1953 г.) в 1941–1942 г. заведовал кафедрой органической химии в г. Ашхабад, в 1950–1953 г. – заведующий кафедрой специального органического синтеза и анализа химического факультета, создал новый метод сульфирования ацидофобных соединений комплексно связанным триоксидом серы (Госпремия 1948 г.) [172]. На кафедре органической химии читал курсы «Анализ и исследование органических соединений», «Теория строения органических соединений», «Стереохимия», «Химическая литература и пользование ею», «Органическая химия». Им (в соавторстве с Б.А.Павловым) были написаны учебники «Курс органической химии», выдержавший 8 изданий (первое в 1958 г. [173]) и переведенный на иностранные языки, «Органический анализ» [174], изданный в США, и др. Под руководством А.П.Терентьева начинала свою научную деятельность **М.Н.Преображенская**, ставшая позднее директором института Антибиотиков им. Г.Ф.Гаузе. В историю химии гетероциклических соединений вошел разработанный ими индол-индолиновый метод электрофильного замещения в бензольном кольце индолов (**метод Терентьева–Преображенской**).



Метод Терентьева–Преображенской.



Сульфирование пятичленных гетероциклов комплексно связанным триоксидом серы.



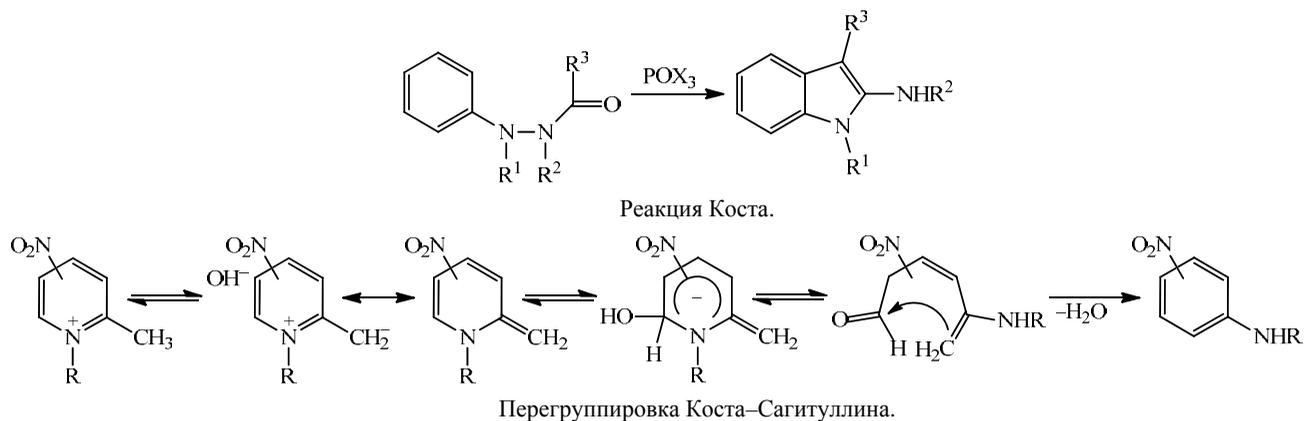
**Иван Фомич Луценко** (1912–1993 г.) окончил с отличием химический факультет в 1937 г., в 1937–1940 г. учился в аспирантуре, которую успешно закончил в 1940 г., защитив кандидатскую диссертацию, посвященную исследованиям в области ртуторганических соединений. С 1940 г. – ассистент химического факультета. С июня 1941 по 1945 г. воевал на фронтах Великой Отечественной войны, закончил войну в звании майора. В 1945 г. вернулся на кафедру органической химии, прошел на химфаке путь от ассистента до профессора, заместителя директора НИИХ, в 1962–1969 г. – декан химического факультета. Областью научных интересов И.Ф.Луценко были элементоорганические соединения и проблемы двойственной реакционной способности. Открыл вместе с учениками элементотропную таутомерию в ряду органических производных германия и олова. Основатель школы фосфорорганики в МГУ: под его руководством получила развитие не изученная ранее химия функционально-замещенных производных кислот трех- и четырехкоординированного фосфора [175–177].



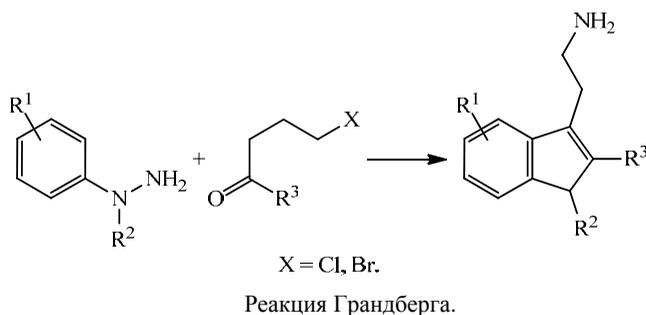
Коллектив лаборатории фосфорорганических соединений. В центре – заведующий лабораторией, декан химического факультета МГУ И.Ф.Луценко. Октябрь 1967 г.



Профессор **Алексей Николаевич Кост** (1915–1979 г.) – ученик А.П.Терентьева, участник Великой Отечественной войны – в 1969 г. возглавил организованную им на химическом факультете МГУ лабораторию химии азотистых оснований. Разработал (с соавторами) препаративно удобные способы получения ряда производных жирных и ароматических аминов и гетероциклических азотистых оснований [178]. Разработал методы электрофильного замещения в ряду индола, нашел ряд путей синтеза конденсированных гетероциклических систем [179]. Открыл в 1975 г. новый метод получения аминов индольного ряда циклизацией ацилгидразинов (**реакция Коста** [180]), а также (совместно с Р.С.Сагитуллиным) изомеризационную рециклизацию азотистых гетероароматических соединений (**перегруппировка Коста–Сагитуллина**). Она зарегистрирована в государственном реестре как открытие № 205 (см. также раздел 14). Автор «Общего практикума по органической химии» [181].



Одним из талантливейших учеников А.Н.Коста был профессор **Игорь Иоганович Грандберг** (1930–2011 г.), который с 1995 г. (в течение 30 лет) руководил кафедрой органической химии в ТСХА. Ему принадлежит открытие оригинального метода синтеза триптаминов (**реакция Грандберга**) из арилгидразинов и ω-галогенкарбонильных соединений [182].



Соратник А.Н.Коста **П.Б.Терентьев** (1930–2014 г.) впервые создал на кафедре группу органической масс-спектрометрии.



И.П.Белецкая.

Защита докторской диссертации.

**Ирина Петровна Белецкая** окончила химический факультет МГУ в 1955 г., доктор химических наук (1963 г.), профессор кафедры органической химии, член-корреспондент РАН (с 1974 г.), с 1992 г. – академик РАН. Заведует лабораторией **элементоорганических соединений** кафедры органической химии. Область научных интересов И.П.Белецкой включает органический синтез с использованием металлоорганических соединений в качестве реагентов и катализаторов, органическую химию ранних переходных металлов и лантанидов, химию карбанионов и механизмы металлоорганических реакций. Ранние исследования относятся к физической органической химии. В 1960–1966 г. исследовала закономерности реакций электрофильного и радикального замещения у насыщенного атома углерода и особенности механизмов нуклеофильного ароматического замещения, формулировала закономерности  $S_E1/S_E2$  механизмов, осуществила фундаментальные исследования

в области химии карбанионов, амбидентных ионов и их ионных пар [183–185]. И.П.Белецкой обнаружены способы синтеза новых классов лантанидов и показана возможность их широкого использования в органическом синтезе и катализе [186]. Текущие исследования посвящены использованию металлокомплексного катализа для образования связей углерод–металл и углерод–элемент [187–189], нанокатализу [190] и катализу солями и комплексами меди [191, 192].

Выпускниками кафедры органической химии этого периода являются многие выдающиеся ученые: академик **Г.Б.Еляков** (1952 г.), организатор и директор (1964–2001 г.) Тихоокеанского института биоорганической химии во Владивостоке), проф. **М.Н.Преображенская** (1954 г.), с 2003 по 2007 г. директор Научно-исследовательского института по изысканию новых антибиотиков имени Г.Ф.Гаузе, акад. **В.А.Тартаковский** (1955 г.), в 1988–2002 г. директор ИОХ, акад. **Ю.Н.Бубнов** (1957 г.), директор ИНЭОС им. А.Н.Несмеянова с 1996 по 2013 г., акад. **М.П.Егоров** (1976 г.), директор ИОХ с 2003 г., акад. **Н.С.Зефирев** (1958 г.), в 1994–2014 г. заведующий кафедрой органической химии МГУ, в 1989–2006 г. директор ИФАВ РАН), выпускник лаборатории проф. **К.Ю.Новицкий** многие годы был директором НИХФИ.

#### 4.1.8. Кафедра органической химии в 1978–1994 г. Заведующий кафедрой – академик **О.А.Реутов**

С 1978 по 1994 г. кафедрой органической химии руководил академик **Олег Александрович Реутов**. В период его руководства на кафедре проводились исследования механизмов реакций нуклеофильного и электрофильного замещения у атома углерода в различных валентных состояниях, изучались различные типы перегруппировок и таутомерных превращений. О.А.Реутовым с сотрудниками впервые было начато широкое исследование механизмов реакций металлоорганических соединений с привлечением самых современных методов и представлений физической химии.



**Олег Александрович Реутов** (1920–1998 г.) поступил на химический факультет МГУ в 1937 г., в 1941 г. по окончании IV курса ушёл добровольцем на фронт. Великую Отечественную войну окончил в звании майора и в должности заместителя начальника химического отдела 4-го Украинского фронта по оперативно-розыскной работе. После демобилизации вернулся на химический факультет МГУ, где работал в качестве ассистента, а затем доцента и профессора кафедры органической химии. В 1957 г. О.А.Реутов организовал и возглавил в МГУ лабораторию **теоретических проблем органической химии**, ставшей затем лабораторией **физической органической химии**, которую он возглавлял до 1988 г. С 1978 г. заведующий кафедрой органической химии.\*

Являясь учеником А.Н.Несмеянова, он начал свой научный путь с изучения и развития диазометода, предложенного Н.А.Несмеяновым для синтеза различных металлоорганических соединений, распространив его на синтез органических производных ртути, мышьяка, сурьмы, висмута. Основные научные работы О.А.Реутова



О.А.Реутов с группой сотрудников кафедры органической химии (1980-е годы).

\*Некоторое время О.А.Реутов учился в аспирантуре по философии у будущего академика АН СССР Б.М.Кедрова. Реутов считал изучение философии чрезвычайно полезным для ученого-естественника, а глубокое знакомство с диалектикой необходимым. По его мнению, годы, проведенные за изучением философии, стоицей воздались ему впоследствии при проведении научных исследований.

связаны с физической органической и металлоорганической химией, молекулярными перегруппировками, кислотностью СН-кислот, стереохимией и механизмом оксимеркурирования. Одним из наиболее значительных циклов работ, которому О.А.Реутов посвятил многие годы и в развитии которого принимали участие многие сотрудники его лаборатории, является цикл работ по изучению механизма реакции электрофильного замещения у насыщенного атома углерода [193, 194].

В 1950–1960 г. совместно с сотрудниками разработал более 30 новых методов синтеза металлоорганических соединений, установил механизмы наиболее важных синтезов металлоорганических веществ через диазосоединения, открыл новые типы реакций изотопного обмена ковалентно построенных металлоорганических соединений, открыл и исследовал явление нуклеофильного катализа в электрофильном замещении.

Совместно с академиком А.Н.Несмеяновым О.А.Реутов читал общий курс органической химии для студентов химического факультета (1948–1970 г.). Важную роль в преподавании химии на химическом факультете сыграл созданный им курс теоретических основ органической химии, который он читал в течение более чем 30 лет.\* О.А.Реутовым написаны книги «Теоретические проблемы органической химии» (1956 г., первый отечественный учебник по этой теме) и «Теоретические основы органической химии» (1964 г.), он основатель большой научной школы (15 его учеников стали профессорами и докторами наук). «Все, кто работал с Олегом Александровичем, отмечают его уникальное умение руководить работой и сам стиль этого руководства. Он никого не ограничивал, не навязывал своего мнения, не командовал, однако умел направлять молодых ученых», – отмечает Т.Войтович в статье, посвященной О.А.Реутову [195].

В этот период на кафедре работали выдающиеся ученые и педагоги: А.Н.Кост, В.М.Потапов, Э.Г.Перевалова, Ю.К.Шабаров, Ю.Г.Бундель, Ю.А.Устынюк, А.Л.Курц, К.П.Бутин, Н.Н.Магдесиева, Т.А.Смолина, В.А.Сазонова (под руководством которой была выполнена большая серия работ по химии ферроцена и цимантрена), Н.П.Шушерина, Л.А.Казицына (совместно с Н.Б.Куплетской автор учебника «Применение ИК-, УФ-, ЯМР-спектроскопии в органической химии» [196], на котором выросло не одно поколение студентов-химиков МГУ и многие другие. Заведующей лабораторией **органического анализа** была **М.А.Володина**.



**Виктор Михайлович Потапов** (1917–1988 г.). В 1970–1988 г. заведующий лабораторией **специального органического синтеза**, впервые в стране применивший в органической химии спектрополяриметрический метод, а также много лет читавший на химическом факультете оригинальные курсы «Сtereохимия» и «Химическая информация», автор неоднократно переиздававшегося учебника «Сtereохимия» [197] и популярного справочника «Химическая информация, где и как искать химику нужные сведения» [198].



**Эмилия Георгиевна Перевалова** (1922–2012 г.) в 1945 г. закончила химический факультет МГУ с отличием, в 1948 г. защитила кандидатскую диссертацию «Исследование некоторых соединений трифенилметанового ряда» под руководством А.Н.Несмеянова, в 1962 г. – докторскую диссертацию по химии ферроцена. После смерти А.Н.Несмеянова в 1980 г. возглавила лабораторию металлоорганических соединений, которой руководила долгие годы. Автор более 200 работ по исследованию металлоорганических соединений. Э.Г.Переваловой разработан спецкурс по химии металлоорганических соединений для студентов старших курсов.



**Юрий Александрович Устынюк** закончил с отличием химический факультет МГУ в 1958 г. В 1962 г. защитил под руководством А.Н.Несмеянова кандидатскую, в 1974 г. – докторскую диссертацию. В 1968 г. организовал на химфаке МГУ лабораторию **ядерного магнитного резонанса**, которой руководил до 2012 г. Читал на химическом факультете МГУ, в Высшем химическом колледже РАН и на химическом факультете РУДН лекционные курсы по спектроскопии ЯМР, физическим методам исследования строения органических молекул и химии элементоорганических соединений. Автор выпускаемой в настоящее время книжной серии «Лекции по органической химии» [199]. Круг научных интересов Ю.А.Устынюка включает

\*О.А.Реутов специально брал уроки техники речи в Доме ученых у артистов Малого театра. Уроки не прошли даром для академика – он без микрофона читал лекции в объемной аудитории химфака, при этом его дикция оставалась четкой.

такие области, как спектроскопия ЯМР, квантовая химия, катализ, химия металлоорганических соединений, супрамолекулярная химия. Доказал общность металлтропных перегруппировок металлоорганических соединений (1968–1978 г.) [200]. Открыл новый тип металлтропии (1976–1996 г.) [201]. Разработал основы метода ядерного магнитного резонанса на ядрах ртути (1988–1996 г.) [202].

**Юрий Сергеевич Шабаров** (1919–2005 г.) – заслуженный профессор МГУ, блестящий лектор, в течение 25 лет! (1968–1993 г.) читавший студентам химфака общий курс органической химии, что является редчайшим случаем в истории химического факультета. Автор двухтомного учебника по органической химии [203], учебных пособий «Практические работы по органической химии», «Лабораторные работы в органическом практикуме», «Моно- и дисахариды», «Задачи и упражнения по органической химии». Последняя книга, написанная в соавторстве с другими преподавателями кафедры органической химии, переведена на английский и испанский языки и использовалась в учебных заведениях ряда стран. Научные исследования Ю.С.Шабарова были посвящены химии малых карбоциклов, он является основоположником химии арилированных циклопропанов в России, открыл уникальные свойства малого карбоцикла, связанного с ароматическим ядром (*орто*-эффект циклопропана при нитровании, *ипсо*-атака электрофила на положение, занятое циклопропильным радикалом, способность быть инициатором внутримолекулярных перегруппировок и превращений) [204].

В лаборатории Ю.С.Шабарова многие годы плодотворно работала ученица Р.Я.Левина, профессор **В.Р.Скварченко**, известная своими работами в области химии триптицена [205]. Ею совместно с Р.Я.Левина и Ю.С.Шабаровым был издан целый ряд методических пособий по органической химии. В.Р.Скварченко в течение 20 лет читала спецкурс «Избранные главы органического синтеза».



**Юрий Глебович Бундель** (1929–2001 г.) – выпускник химфака МГУ 1952 г., заведующий лабораторией **биологически активных органических соединений**. Ю.Г.Бунделем совместно с сотрудниками лаборатории открыты новые типы перегруппировок при карбокатионных превращениях, изучена их стереохимия, сформулированы закономерности многократных миграций. Им открыто явление переноса реакционного центра при действии электрофилов на бензильные производные металлов, новый метод синтеза бензильных производных ртути, олова, принципиально новый метод синтеза производных индола, основанный на реакции рециклизации, а также явление образования донорно-акцепторных комплексов при взаимодействии галогенов со связью металл–углерод.



Профессор **Александр Леонидович Курц** (1937–2003 г.) – выпускник МХТИ им. Д.И.Менделеева, защитил кандидатскую и докторскую диссертации на кафедре органической химии МГУ под руководством И.П.Белецкой, много лет читал общий курс органической химии для студентов III курса химического факультета МГУ. Переработанная им программа этого учебного курса в настоящее время принята в качестве базовой для студентов-химиков университетов России. Автор двух научных монографий (в том числе в соавторстве с О.А.Реутовым и И.П.Белецкой «Ambidental Anions», Plenum Press, 1985 г.), неоднократно переиздававшегося четырёхтомного учебника по органической химии (в соавторстве с О.А.Реутовым и К.П.Бутиным), являющегося в настоящее время основой преподавания общего курса органической химии на химическом факультете, и задачника «Задачи по органической химии с решениями» [206]. Научные интересы А.Л.Курца относились к области химии амбидентных анионов и двойственной реакционной способности [207].



Научная группа профессора К.П.Бутина (1980-е годы).

**Ким Петрович Бутин** (1936–2005 г.) – выпускник МХТИ им. Д.И.Менделеева; окончил аспирантуру МГУ под руководством И.П.Белецкой, заведующий лабораторией **теории и механизма органических реакций** (ТМОР). Много лет читал для студентов, специализирующихся на кафедре органической химии, курс лекций «Теоретические проблемы органической химии», углубленный курс органической химии для аспирантов, курс «Теоретическая стереохимия». Научные интересы К.П.Бутина были связаны с исследованиями механизмов химических реакций, металлокомплексов и металлоорганических соединений, с электрохимией, бионеорганической химией [208]. Им открыты «органические каломели» и создана электрохимическая шкала кислотности очень слабых СН-кислот, вклю-

чающая метан как кислоту. В созданной К.П.Бутиным лаборатории ТМОР проводились эксперименты по органической и элементоорганической электрохимии, электрохимическому моделированию действия активных центров металлоферментов, изучению короткоживущих интермедиатов, электрокаталитических методов активации малых молекул [209]. В работах лаборатории изучены такие представляющие общий интерес вопросы, как вклад серы в биологию, неинноцентные лиганды [210], электронные губки, редокс-антенны и передача электрона на дальние расстояния, конформационный полиморфизм. Соавтор монографии «СН-кислоты» и четырёхтомного учебника «Органическая химия» (совместно с О.А.Реутовым и А.Л.Курцем).

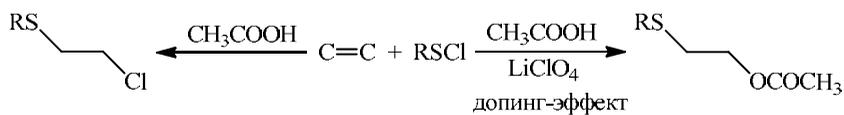
Огромную роль в подготовке высококвалифицированных химиков-органиков сыграла в 60–90-е годы славная плеяда доцентов: А.Е.Агрономов, Г.А.Голубева, Р.А.Грачева, В.М.Демьянович, З.С.Новикова, О.А.Птицына, С.В.Пономарев (Грюнер), Н.К.Садовая, Т.П.Толстая, Э.В.Углова, В.Л.Фосс. Они воспитали не только большое количество студентов, но и следующее поколение преподавателей, которые учились у них, работая вместе с ними в практикуме, или посещая их мастер-классы.

#### 4.1.9. Органическая химия на химическом факультете МГУ в 1994–2014 г. Заведующий кафедрой – академик Н.С.Зефирова

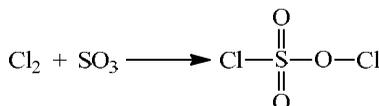


**Николай Серафимович Зефирова** (1935–2017 г.), ученик профессора Ю.К.Юрьева, окончил химический факультет МГУ в 1958 г. Дипломную работу и кандидатскую диссертацию выполнял под руководством профессора Ю.К.Юрьева в области химии фурана. В 1970–1971 г. стажировался в Принстонском университете (США). С 1971 г. заведующий лабораторией химии гетероциклических соединений, с 1994 г. заведующий кафедрой органической химии, с 2015 по 2017 г. заведовал созданной им кафедрой медицинской химии и тонкого органического синтеза. С 1989 по 2001 г. директор Института физиологически активных веществ (ИФАВ РАН). Инициировал открытие новой специализации – «медицинская химия» [211].

Основные исследования Н.С.Зефирова относятся к области органического синтеза и теоретической органической химии. Совместно с коллегами Н.С.Зефирова разработал новые методы синтеза различных ранее неизвестных или труднодоступных каркасных и полициклических углеводородов и их производных (гетероадамантаны, дигомокубаны, бицикло[3.3.1]нонаны, трициклодеканы), разнообразных соединений серы, краун-эфиров и др. Открыл явление допинг-присоединения, позволяющего повышать эффективную электрофильность слабых электрофилов [212, 213], а также ряд новых конформационных эффектов («хоккейных клюшек») [214–217]. Создал концепцию стереоконтроля в реакциях, протекающих по ион-парному механизму, разработал (совместно с А.С.Козьминым и Н.В.Зыком) метод сульфонатной активации слабых электрофилов.

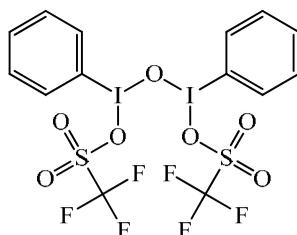


Пример «допинг-присоединения».

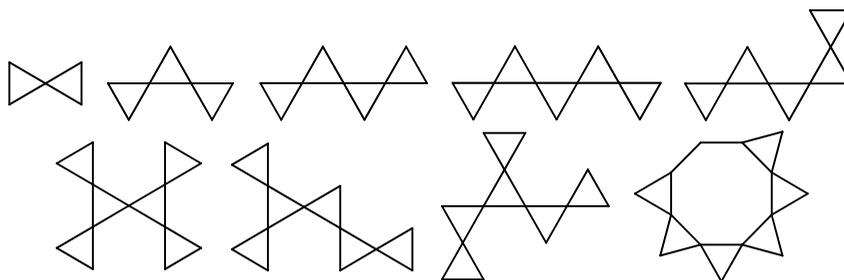


Сульфонатная активация слабых электрофилов.

Н.С.Зефирова создал ряд новых реагентов для органического синтеза, один из которых получил название **реагента Зефирова** (μ-оксидифенилиодозотрифлат) [218], предложил новый формально-логический подход к описанию молекулярной структуры и реакций органических соединений [219]; им разработаны общие принципы генерации органических структур и реакций с помощью ЭВМ, а также (совместно с С.С.Трачом) предложен формально-логический подход к описанию органических реакций. Открыл (совместно с группой Т.С.Кузнецовой) новый класс спиро-циклопропановых структур – триангуланы – и разработал общие методы синтеза цепных, разветвленных и циклозамещенных триангуланов [220].



Реагент Зефирова.



Триангуланы.

В рамках специализации «медицинская химия» Н.С.Зефиров занимался исследованиями в области создания лигандов глутаматных, мелатониновых и других рецепторов как потенциальных лекарств.\*

В этот период кафедра вела учебную работу по преподаванию основного курса органической химии на 7 факультетах МГУ (химическом, биологическом, почвоведения, наук о материалах, геологического, биоинженерии и биоинформатики, фундаментальной физико-химической инженерии). Ежегодно на кафедре выполняли дипломные работы около 40–50 студентов V курса. В 2009 г. студентам, специализирующимся на кафедре, читались спецкурсы: «Введение в специальность» (акад. Н.С.Зефиров), «Стратегия органического синтеза» и «Синтетические методы органической химии» (доцент В.П.Дядченко), «Теоретические основы органической химии» (профессор Т.В.Магдесиева), «Химия элементоорганических соединений (профессор Д.А.Леменовский), «Физико-химические методы анализа строения органических соединений» (профессор В.С.Петросян), «Химия гетероциклических соединений» (в.н.с. М.А.Юрковская), «Медицинская химия» (доцент О.Н.Зефирова), «Методы органической химии в создании лекарств» (профессор Л.Г.Томилова, доценты О.Н.Зефирова, Е.Д.Матвеева, В.М.Демьянович), «Металлы в биомолекулярной химии» (профессор Е.Р.Милаева), «Компьютерное моделирование и QSAR (в.н.с. В.А.Палюлин и др.).

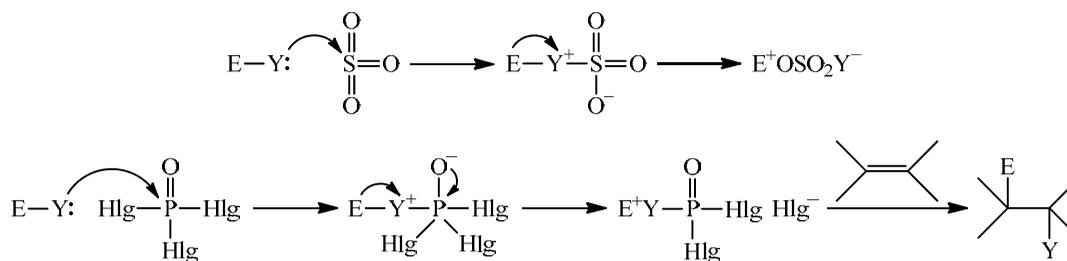
В 1996 г. на кафедре была организована **лаборатория координационных металлоорганических соединений** под руководством профессора **Д.А.Леменовского**, в которой проводились исследования новых типов металлоорганических соединений каркасного типа с необычным координационным и валентным состоянием атомов металлов в них, в том числе с гипервалентными внутрикомплексными взаимодействиями: с дополнительным гипервалентным взаимодействием «металл–ковалентно связанный лиганд» и взаимодействием «лиганд–лиганд» в координационной сфере металла на базе переходных, постпереходных и непереходных металлов.

В лаборатории **физической органической химии** (до 1957 г. – лаборатория теоретических проблем органической химии) под руководством профессора **Валерия Самсоновича Петросяна**, возглавившего эту лабораторию после О.А.Реутова, в 1990-х годах проводились работы по химии органических производных кремния, германия и олова; к настоящему времени описан большой ряд гиперкоординационных соединений олова, обладающих интересными структурными особенностями и проявляющих необычную реакционную способность [221], и их детальное исследование с помощью метода ЯМР-спектроскопии. С 1980-х годов по настоящее время лабора-

\*Из воспоминаний профессора Н.В.Зыка: «Работать с ним (Зефировым) было очень интересно, но и непросто. Нужно было всегда быть «в форме». Часто бывало так, что при обсуждении какой-то научной проблемы Николаю Серафимовичу уже становилось все совершенно ясно, и он не мог понять, почему это неясно другим. Он мыслил быстро, остро чувствуя, что будет актуально и востребовано спустя несколько лет. Быстро загорался новой задачей, схватывал самую суть проблемы и в течение 2–3 лет выходил на мировой уровень. Через 5–7 лет он мог загореться новой идеей, и тогда в значительной степени утрачивал интерес к предыдущей теме и доверял ее дальнейшее развитие ученикам. Стереохимия, электрофильные реагенты, каркасные углеводороды, QSAR, математическое моделирование, медхимия – научные интересы Николая Серафимовича поражали своим разнообразием. Он мог вставить в написанную коллегами статью 1–2 фразы, и они сразу становились ключевыми для всей работы».

тория также проводит исследования по экотоксикологии окружающей среды. Много внимания уделялось организации работы Открытого экологического университета МГУ, созданного в 1987 г. профессором В.С.Петросяном.

Под руководством профессора **Николая Васильевича Зыка** открыт ряд новых высокорекреационноспособных электрофильных реагентов хлорирующего, сульфенилирующего, аминосульфенилирующего, селенирующего, сульфосульфенилирующего, нитрующего и нитрозирующего действия. Разработаны оригинальные препаративные методики синтеза бифункциональных биологически активных соединений [222, 223].



Активация слабых электрофилов действием  $\text{SO}_3$  и  $\text{POHlg}_3$ .

В состав кафедры после перестройки структуры в конце 1980–1990-х годов входило 8 лабораторий (лаборатория органических реагентов, объединяющая практикумы по органической химии, а также научно-исследовательские лаборатории органического синтеза, элементоорганических соединений, физической органической химии, биологически активных органических соединений, координационных металлоорганических соединений, биоэлементоорганической химии, ядерного магнитного резонанса).

В начале 2000-х годов на кафедре были сформированы группы исследователей, занимавшихся компьютерным моделированием и дизайном новых соединений, а также конструированием и синтезом веществ с противоопухолевой и нейропротекторной активностью. В 2005 г. на кафедре работали около 190 сотрудников, среди них 2 действительных члена РАН, более 30 докторов и более 90 кандидатов наук. Кроме того, в исследованиях кафедры принимали участие около 50 аспирантов.\*

В 2005 г. на кафедре была организована лаборатория **супрамолекулярной химии и нанотехнологии органических материалов** под руководством выпускника химического факультета МГУ 1975 г., чл.-корр. РАН **Сергея Пантелеймоновича Громова**. Тематикой исследований лаборатории стал синтез органических лигандов и тектонов для построения органических и координационных супрамолекулярных ансамблей, изучение процессов самосборки и самоорганизации в растворе, кристалле, в жидких кристаллах и гелях, исследование фотофизических свойств и фотохимических превращений супрамолекулярных наноразмерных систем и органических материалов на их основе, создание фотопереключаемых молекулярных устройств и фотоуправляемых молекулярных машин, дизайн, синтез и применение лигандов для радиофармацевтики, устройств органической электроники и биовизуализации.

В 2008 г. на базе лаборатории теории и механизмов органических реакций была создана лаборатория **биоэлементоорганической химии** под руководством профессора **Елены Рудольфовны Милаевой** (в настоящее время – лаборатория кафедры медицинской химии и тонкого органического синтеза химического факультета). В новой лаборатории изучались возможности применения комплексов металлов с органическими лигандами в биологии и медицине.

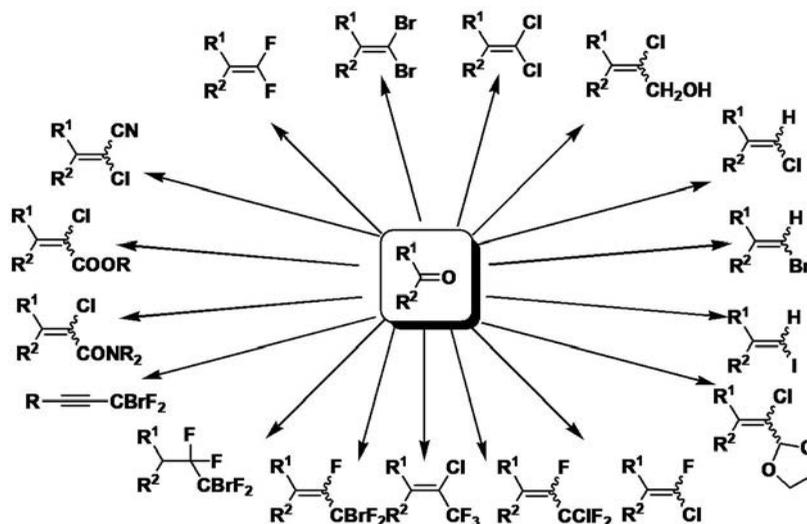
Ряд сотрудников и аспиранты кафедры в годы перестройки (1990–2000 г.) стали профессорами в престижных университетах США и Европы. Среди них В.А.Самошин (профессор Тихоокеанского университета, Калифорния), А.Г.Кутателадзе (в настоящее время декан Денверского университета, США), Т.Г.Кутателадзе (профессор факультета фармакологии, Денверский университет), И.В.Алабугин (профессор университета Флориды), Е.Е.Нестеров (профессор университета Луизианы), А.Н.Хлобыстов (профессор Ноттингемского университета, Великобритания), А.Юдин (Университет Торонто, Канада) и др.

\*Из воспоминаний профессора И.В.Алабугина: «Не могу не упомянуть про «Зефировские семинары», проводившиеся еженедельно в 1980–1990 г. для сотрудников и аспирантов его лаборатории. Впервые я попал на такой семинар, будучи студентом 2-го курса. Кто-то из старших сделал доклад по сложной научной статье, которая в то время была выше моего понимания. Потом встал Н.С.Зефир, произнес 1 фразу, и смысл статьи сразу стал ясен и очевиден. Это умение донести до слушателя самую сложную идею в простых и понятных словах всегда восхищало меня в академике Зефирове».

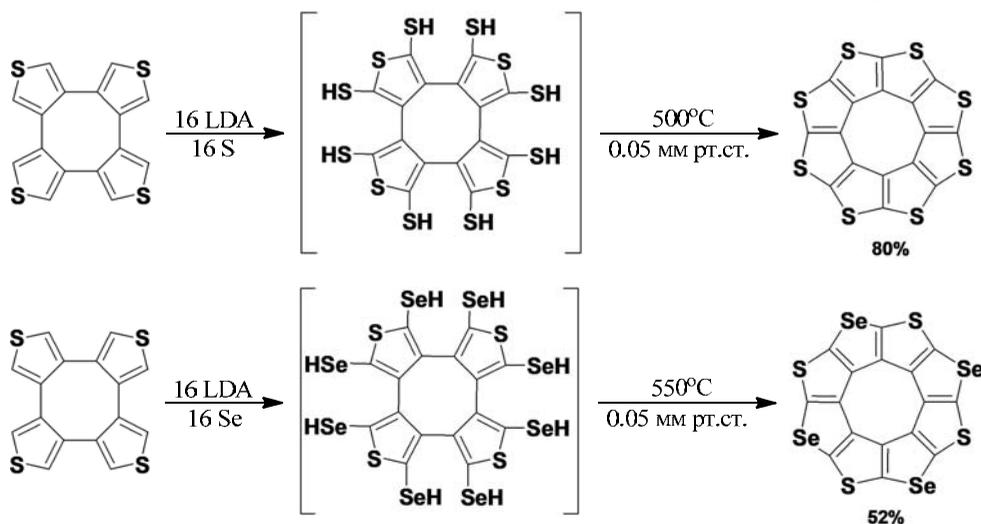
## 4.1.10. Современный период



С 2014 г. кафедру органической химии возглавляет д.х.н., профессор **Валентин Георгиевич Ненайденко** (1967 г.р.), ученик профессора Е.С.Баленковой, сфера научных интересов – органический синтез, химия гетероциклических, серо- и фторсодержащих соединений, металлокомплексный катализ, асимметрический синтез, медицинская химия. Им введены в синтетическую практику реакции каталитического олефинирования – взаимодействие N-незамещенных гидразонов с полигалогеналканами в присутствии CuCl с получением замещенных алкенов [224–228].



Открыт новый класс веществ – гетероциклические циркулены [229–231], которые являются представителями поликонденсированных тиофенов [232] и представляют большой интерес в качестве материалов для электроники.



Гетероциклические циркулены (sulflowers).

На основе фторсодержащих строительных блоков разработаны эффективные подходы, которые позволяют конструировать молекулы, имеющие атом фтора или фторсодержащий заместитель в строго заданном положении [233–236]. Еще одно направление, развиваемое в лаборатории В.Ненайденко, – это многокомпонентные реакции на основе изоцианидов, которые позволяют эффективно получать пептиды и пептидомиметики [237–239].

В состав кафедры входит 7 лабораторий: элементоорганических соединений (заведующий академик И.П.Белецкая), органического синтеза (профессор В.Г.Ненайденко), физической органической химии (профессор В.С.Петросян), координационных металлоорганических соединений (профессор Д.А.Леменовский), биологически активных органических соединений (профессор Н.В.Зык), супрамолекулярной химии и нанотехноло-

гии органических материалов (чл.-корр. РАН С.П.Громов), физико-химических методов анализа (профессор А.Т.Лебедев), органических реагентов (профессор В.И.Теренин). На кафедре в настоящее время работает около 100 сотрудников, среди них 3 члена РАН, 25 докторов наук, 59 кандидатов наук, а также обучается около 30 аспирантов.

Приоритетными направлениями развития кафедры являются:

1. Молекулярный дизайн органических структур и реакций, целевой поиск, синтез и тестирование практически важных органических соединений.
2. Элементоорганические соединения в качестве реагентов и катализаторов в синтезе органических и металлоорганических соединений.
3. Катализ, физикохимия поверхности, супрамолекулярная химия, фотохимия.
4. Современные методы анализа органических веществ, экология и химия окружающей среды.

Основой учебного процесса на кафедре является общий курс и общий практикум по органической химии. Каждый семестр через практикум проходит более двухсот студентов химического факультета и около трехсот студентов смежных факультетов (биологического, биоинженерии и биоинформатики, фундаментальной медицины, наук о материалах). Также в практикуме занимаются учащиеся спецшкол, интернатов и химических кружков.

Начиная с 2015 г. в пос. Красновидово (Московская область) кафедрой проводится ежегодная Школа-конференция молодых ученых по органической химии «Марковниковские чтения». На конференции организуются образовательные мини-курсы, которые читают ведущие ученые мира. Кроме того, в ее программу входят пленарные доклады ведущих ученых России, дальнего и ближнего зарубежья, а также устные и стендовые доклады молодых ученых. В 2017 г. учреждена памятная медаль конференции «В.В.Марковников», вручающаяся российским и зарубежным ученым за выдающиеся достижения в области органической химии. Первыми лауреатами стали академики И.П.Белецкая, Б.А.Трофимов и О.Н.Чупахин.



Медаль «В.В.Марковников».

В октябре 2015 г. кафедрой органической химии был проведен в МГУ Международный конгресс «Кост-2015» по химии гетероциклических соединений, посвященный 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, профессора Алексея Николаевича Коста. В период с 29 мая по 03 июня 2016 г. кафедрами органической химии химического факультета МГУ и химии Северо-Кавказского федерального университета при участии Карачаево-Черкесского государственного университета успешно проведен кластер конференций по органической химии Домбай-2016 (Dombay Organic Conference Cluster DOCC-2016) (см. также раздел 14).

#### 4.2. История органической химии в Московском институте тонких химических технологий

История кафедры органической химии Института тонких химических технологий Московского технологического университета (МИТХТ) начинается с основания **Московских высших женских курсов** в 1900 г. [240]. Хотя изначально организация отдельных кафедр не предполагалась, преподавательский состав родственных дисциплин группировался в предметные комиссии. Организатором лаборатории органической химии был **Николай Дмитриевич Зелинский** (1861–1953 г.), академик АН СССР (1929 г.), один из основоположников органического катализа и нефтехимии и организаторов Института органической химии АН СССР. В течение 1900–1911 учебного года он читал для слушательниц курс органической химии. В 1910 г. по рекомендации профессора Н.Д.Зелинского на должность старшего ассистента кафедры и лаборатории органической химии Московских высших женских курсов был приглашен выпускник Московского университета и сотрудник его



С.С.Наметкин в лаборатории  
МВЖК (1914 г.).

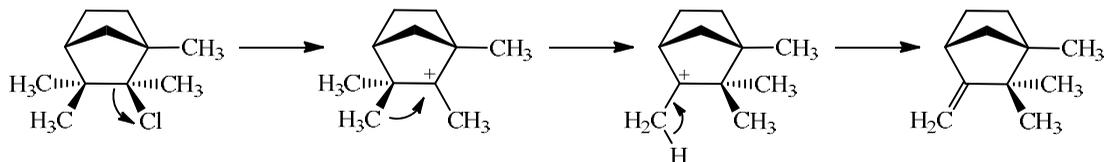
лаборатории **Сергей Семенович Наметкин** (1876–1950 г.) (см. также раздел 4.1), который после защиты магистерской диссертации на тему «К вопросу о действии азотной кислоты на углеводороды предельного характера» [241] в 1911 г. (в результате «дела Кассо») покинул Московский университет, и на много лет связал свою деятельность с Высшими женскими курсами. В 1912 г. он был избран профессором физико-математического факультета Высших женских курсов и занимал должность заведующего лабораторией и кафедрой органической химии до 1938 г. В 1916 г. С.С.Наметкин опубликовал научную монографию «Исследования в области бициклических соединений» [242], которая была представлена в Петербургский университет в качестве докторской диссертации. После ее публичной защиты в 1917 г. ему была присуждена ученая степень доктора химии. Все 28 лет, проведенные С.С.Наметкиным на посту руководителя лаборатории (кафедры), прошли под знаком больших научных успехов.

Уже с 1913 г. в основном по физико-химической тематике «Журнале русского физико-химического общества» (ЖРФХО) начали регулярно появляться публикации лаборатории, посвященные трансформациям предельных бициклических углеводородов [243–246]. Работы лаборатории (кафедры) существенно обогатили раздел органической химии терпенов теоретическим и экспериментальным материалом.

В период с 1912 по 1913 г. для слушательниц естественнонаучного отделения 3 и 4 семестров обучения С.С.Наметкин читал курс «Органическая химия» в объеме 4 ч в неделю, а для слушательниц 5 и 6 семестров – «Избранные главы» (2 ч в неделю). Практикум проводился в 5–8 семестрах по 4 ч в неделю. В 1914–1915 г. были введены дополнительные практические занятия по органической химии в 7–8 семестрах.

Коллектив лаборатории первоначально сложился, в основном, из слушательниц Московских высших женских курсов, пожелавших остаться по окончании обучения и посвятить себя научной и преподавательской деятельности. О некоторых из них следует сказать особо.

**Лидия Яковлевна Брюсова** (1888–1946 г.) поступила на историко-философское отделение МВЖК, после года обучения перешла на естественное отделение МВЖК, которое закончила в 1917 г. по циклу химии с дипломом I степени [247, 248]. В качестве выпускной работы было проведено экспериментальное исследование диазосоединений эфирного ряда. По рекомендации С.С.Наметкина и А.Н.Реформатского была оставлена при курсах для исследовательской работы и преподавания [248, 249]. Она внесла большой вклад в химию камфоры, открыв совместно с Наметкиным [250, 251] реакцию изомеризации соединений терпенового ряда, происходящую в результате миграции одной из геминальных метильных групп к соседнему атому углерода при кислотном катализе, названной камфеновой перегруппировкой II рода или **перегруппировкой Наметкина**, и под этим названием вошедшей как в отечественные [252], так и в мировые монографии именных реакций [253].



Перегруппировка Наметкина.

В 1920–30-х годах Л.Я.Брюсова преподавала во II МГУ и созданном в процессе реорганизации его химико-фармацевтического факультета Московском институте тонкой химической технологии (МИТХТ). Она читала лекции по курсу «Терпены». В своем отзыве о научно-педагогической деятельности Л.Я.Брюсовой от 1931 г. С.С.Наметкин отмечает, что «ее эрудиция в избранной специальности, полученная в результате упорной и систематической работы... отвечает самым жестким требованиям» [254]. Позже она, будучи уже помощником директора института, вела большую работу по организации учебного процесса. Помимо педагогической работы, будучи уже тесно связанной с промышленностью, Л.Я.Брюсова уделила много внимания и труда синтезу душистых веществ на основе продуктов пиролиза эфира рицинолевой кислоты, получению дигидро-жасмона, применила к энантолу реакцию Канниццаро для синтеза энантовой кислоты и гептилового спирта, использовавшихся в парфюмерной и других отраслях промышленности [255]. В период ее работы профессором кафедры органической химии (середина 1930-х годов) составила V раздел «Душистые вещества» в практикуме

профессора А.М.Беркенгейма по синтетическим лекарственным и душистым веществам, проводимом на родственной кафедре тонкой органической технологии [256].

**Анна Михайловна Хухрикова** (1890–1944 г.) обучалась на Курсах в 1908–1915 г. [248, 257], выполнила под руководством С.С.Наметкина отдельную работу по исследованию строения камфенилона [258, 259]. Позже работала в лаборатории органической химии под руководством С.С.Наметкина, главным образом, в области производных камфоры [250, 260]. В 1920-х годах А.М.Хухрикова переехала в Киев, где работала в медицинском институте (ныне Национальный медицинский университет им. А.А.Богомольца), получила звание профессора. В период эвакуации института в г. Челябинск (1941–1944 г.) возглавляла кафедру общей химии [248].

**Антонина Сампсоновна Забродина** (1898–? г.) обучалась на Курсах в 1915–1918 г. [261], работала вместе с С.С.Наметкиным в лаборатории органической химии II МГУ в области нитрования алициклических углеводородов [262, 263] и производных камфоры [264]. Параллельно работала в Государственном исследовательском нефтяном институте, а также в должности доцента в Московском институте стали и сплавов (МИСИС). С 1938 г. перешла на работу в институт органической химии АН СССР [265].

**Анна Кузьминична Руженцева** (1891–? г.) обучалась на математическом отделении Курсов в 1908–1912 г. [266]. Позднее работала с С.С.Наметкиным в его лаборатории II МГУ, занимаясь химией производных фенхилена [267] и изофенхона [268]. Летом 1930 г. работала в лаборатории органического анализа у профессора Германа Штаудингера во Фрайбурге (Германия). Заведовала кафедрой органической химии в Московском химико-технологическом институте мясной промышленности (в настоящее время Московский государственный университет пищевых производств) [269]. Позднее перешла на работу в Научно-исследовательский химико-фармацевтический институт (позднее ВНИХФИ) [270].

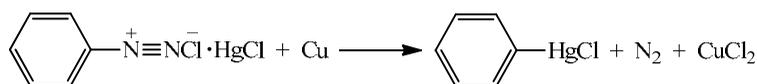
В 1918 г. Высшие женские курсы были преобразованы во **II Государственный университет**, в котором был создан химико-фармацевтический факультет [271]. Годы гражданской войны и послевоенной разрухи (1919–1922 г.) были тяжелыми, не хватало реактивов, посуды и топлива. По словам сотрудницы кафедры М.Ф.Матвеевой, не было даже соляной кислоты, которую *«приходилось с Дорогомилковского завода на рыжем травяном\* возить... А было время, что и воды и газа не было... Так мы из дому в бутылках воду на санках таскали и примусами пользовались, но зато Л.Я.Брюсова и А.К.Руженцева работу не прекращали (\*рыжий травяной – лошадь, корм которой состоял только из травы)»* [272].

С 1918 по 1924 г. С.С.Наметкин занимал должности профессора и заведующего кафедрой органической химии, в 1919–1924 г. – ректора университета. Помимо основного курса органической химии С.С.Наметкин вел на кафедре специальные курсы «Стереохимия», «Химия камфоры и эфирных масел», «Методика органической химии» [241]. С 1922 по 1929 г. он состоял действительным штатным членом Научно-исследовательского института химии, профессором химического факультета I Московского государственного университета. Состав кафедры оставался практически неизменным: профессор С.С.Наметкин – руководитель кафедры, А.К.Руженцева – старший ассистент и приват-доцент, зав. хим. Библиотекой, Л.Я.Брюсова – старший ассистент, лекционный ассистент и зав. хозяйством, С.И.Сергиевская – младший ассистент и приват-доцент и др. В конце 1920-х годов С.С.Наметкин в порядке совместительства организовал кафедру органической химии на нефтяном факультете **Московской горной академии** (позднее – **Московский нефтяной институт**). За это время было воспитано не одно поколение химиков-органиков, работавших в различных институтах не только столицы, но и других городов страны: А.И.Шаврыгина, Н.Н.Мельникова, В.В.Некрасова, Д.Н.Курсанова и др. Так, его ученик, Д.Н.Курсанов, член-корреспондент Академии наук СССР (1953 г.), профессор и заведующий кафедрой органической химии Московского текстильного института (с 1935 по 1953 г.) вспоминал, что при скудности тогдашнего оборудования и снабжения *«Сергей Семенович настойчиво учил нас «уважать» испытываемые вещества и с большой строгостью относился к их характеристикам. Ни одна константа не выходила из лаборатории, не будучи лично проверенной Сергеем Семеновичем. С такой же строгостью он проверял все выводы из полученных экспериментальных данных. И от себя, и от других Сергей Семенович требовал, чтобы выводы были солидно обоснованы, и безжалостно отменял всякие поспешные и рассчитанные на внешний эффект умозаключения»* [273].

В 1930 г. Народный комиссариат просвещения принял решение об объединении химических факультетов всех (!) химических вузов Москвы в один гигантский Единый московский химико-технологический институт (ЕМХТИ). В числе вузов, «попавших под колесо» реформы, был и II МГУ [274]. Уже в течение первых месяцев существования этой организации стала ясна ее нежизнеспособность, и С.С.Наметкин возглавил делегацию сотрудников института, обратившуюся за помощью к народному комиссару тяжелой промышленности

Г.К.Орджоникидзе. Нарком помог С.С.Наметкину сохранить Институт тонкой химической технологии [273]. В декабре 1931 г. комиссия, состоявшая из профессоров, преподавателей и сотрудников института (А.Н.Реформатский, С.С.Наметкин, Я.К.Сыркин, Е.В.Раковский, А.М.Беркенгейм, С.Л.Рыков, Л.Я.Брюсова и др.), обследовала условия, в которых пришлось работать, и пришла к выводу, что нормальное функционирование образовательного учреждения в такой громоздкой бюрократической системе невозможно [275]. В 1932 г. ЕМХТИ был упразднен, и на базе химического факультета II МГУ был образован **Московский институт тонкой химической технологии (МИТХТ)**.

С 1938 г., после ухода С.С.Наметкина в Московский государственный университет, с перерывом по 1946 г. кафедрой органической химии МИТХТ руководил **Александр Николаевич Несмеянов** (1899–1980 г., см. раздел 4.1). Вместе с ним из МГУ в МИТХТ перешли его ученики И.Ф.Луценко, В.А.Сазонова, К.А.Печерская. К ним присоединилась и Р.Х.Фрейдлина, ушедшая из Института органической химии АН СССР. С преподавателями кафедры А.И.Шаврыгиным и А.П.Стуковым они и составили весь преподавательский персонал кафедры [276]. Разработанный А.Н.Несмеяновым diazometод синтеза ароматических ртутьорганических соединений [277] вошел в практику и применялся во многих органических лабораториях.

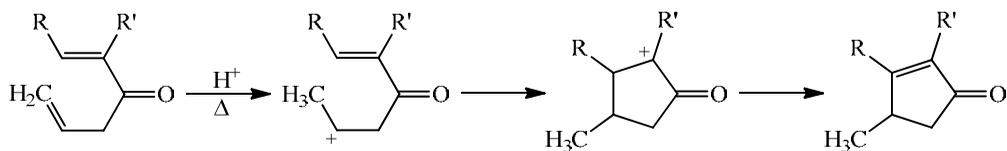


Реакция Несмеянова.

С 1941 по 1943 г. А.Н.Несмеянов находился в эвакуации с руководимым им институтом органической химии им. Н.Д.Зелинского АН СССР в г. Казань. Во время его отсутствия с 1941 по 1943 г. кафедрой руководил профессор **Алексей Ильич Шаврыгин** (1898–1951 г.), защитивший под руководством С.С.Наметкина в 1934 г. кандидатскую диссертацию о превращениях третичного пропилборнилового спирта [278], автор ряда работ по химии камфоры [279, 280]. В годы Великой отечественной войны (1941–1945 г.) «занятия продолжались. Кафедра оказывала большую помощь специальности технологии резины по синтезу ускорителей для вулканизации», – вспоминала **Е.М.Черкасова**, работавшая ассистентом на кафедре после защиты кандидатской диссертации в 1939 г. 1942–1943 г. она также провела в эвакуации в г. Челябинске в должности и.о. доцента в эвакуированном Киевском медицинском институте, работая одновременно заведующим отделом научно-исследовательской лаборатории при Аптекоуправлении, занималась производством стрептоцида и сульфидина.

С 1944 по 1947 г. кафедрой руководил известными своими трудами по механизмам окисления и теории полимеризации **Сергей Сергеевич Медведев** (1891–1970 г.), выпускник физико-математического факультета МГУ, академик АН СССР с 1958 г.

Огромное влияние на формирование научно-педагогической школы кафедры оказал **Иван Николаевич Назаров** (1906–1957 г.), ученик выдающегося русского химика-органика А.Е.Фаворского (Ленинградский государственный университет), который возглавлял кафедру в период с 1948 по 1957 г. И.Н.Назаров, академик АН СССР (1953 г.), получил мировую известность благодаря своим трудам по химии ацетиленов и винилацетиленов. Открытая им циклизация аллилвинилкетон в циклопентенон [281, 282] под действием кислот получила имя **реакции Назарова**, и под таким названием также вошла во многие отечественные [283] и зарубежные [284, 285] монографии органических именных реакций.



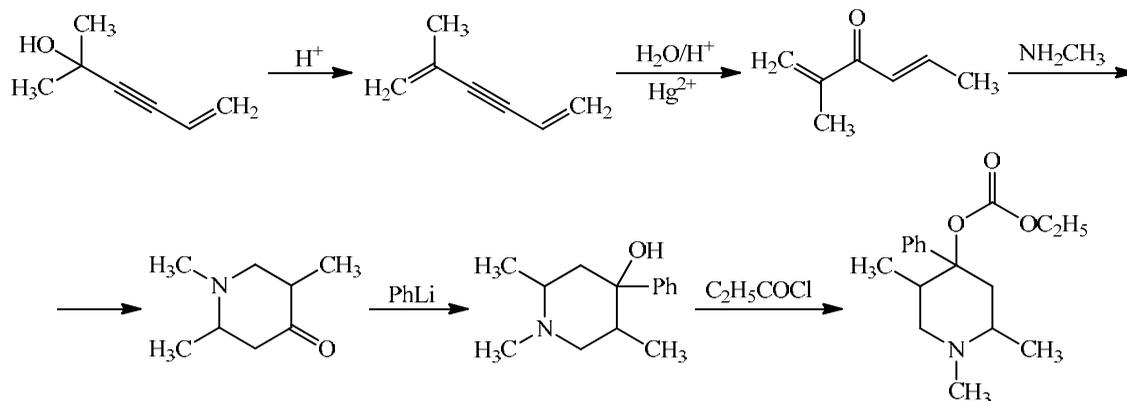
Реакция Назарова.

В 1950–1951 учебном году объем теоретического курса составлял 350 часов; на большой практикум приходилось 250 часов [272].

Под руководством И.Н.Назарова была развернута большая исследовательская работа в области синтеза гетероциклических соединений на основе превращений ацетиленовых и винилацетиленовых спиртов, в которой активно работали аспиранты и дипломники.

Коллективом сотрудников кафедры органической химии МИТХТ и лаборатории непредельных соединений Института органической химии АН СССР, руководимых И.Н.Назаровым, из базовых продуктов основного орга-

нического синтеза (ацетилен, кетонов и др.) были разработаны схемы синтеза целого спектра родственных гормонов синтетических соединений, а также представителей важнейших классов природных соединений. На основе изучения закономерностей присоединения нуклеофилов к дивинилкетонам был создан и внедрен в медицинскую практику обезболивающий препарат «промедол», обладающий менее выраженным побочным действием и превосходящий по обезболивающему действию морфин [286, 287].



Синтез промедола.

После скоропостижной смерти И.Н.Назарова кафедрой с 1957 по 1964 г. заведовал **Сергей Васильевич Васильев** (1899–1967 г.), выпускник Московской сельскохозяйственной академии имени К.А.Тимирязева [288], автор цикла работ о действии тетраоксида азота на различные непредельные соединения [289–292]. Работы, начатые академиком И.Н.Назаровым на кафедре органической химии, продолжали профессора Б.В.Унковский, С.М.Макин, В.Б.Мочалин, Е.М.Черкасова (ученица С.С.Наметкина, проработавшая в институте с 1939 по 1996 г.), воспитавшие позже плеяду высококвалифицированных специалистов: профессоров А.И.Кузнецова, Е.Я.Борисову, А.Д.Шуталева и многих других.

С 1968 по 1991 г. кафедру возглавлял ее воспитанник, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор химических наук, профессор **Борис Владимирович Унковский** (1922–1992 г.), воспитанник МИТХТ, призванный в 1941 г. на фронт Великой отечественной войны, окончивший институт по демобилизации из армии в 1946 г. [293], успешно защитивший под руководством И.Н.Назарова кандидатскую [294], а затем и докторскую [295] диссертации. В этот период на кафедре сложилось несколько научных групп [296].

Группа профессора **Бориса Владимировича Унковского** и доцента **Евгения Трофимовича Головина**, в том числе Ю.Ф.Малина, Л.А.Игнатова, И.П.Бойко, Т.Д.Соколова, К.И.Романова, А.И.Кузнецов, О.Т.Бурделев, А.Д.Шуталев и многие другие, занималась исследованием пяти- и шестичленных гетероциклических систем, поиском новых путей их синтеза, получением новых соединений и изучением их полезных свойств [297–300], активно и плодотворно сотрудничая в этом направлении со многими научно-исследовательскими организациями.

Группа профессора **Сергея Мнихайловича Макина** (1929–1993 г.) (О.А.Шаврыгина, Р.И.Кругликова, М.И.Бережная, Ю.Е.Райфельд, Т.П.Колобова, А.И.Помогаев, Л.А.Кундюцкова, О.В.Харитоновна, Е.К.Добрецова, Н.Н.Лонина и др.) развивала в различных направлениях химию ацеталей и еноловых эфиров, создавая на их основе целый спектр различных классов практически полезных веществ от цианиновых красителей до каротиноидов и углеводов [301–303]. Сотрудничество профессора С.М.Макина с научно-исследовательскими институтами и промышленными предприятиями в рамках хозяйственных договоров привело к внедрению ряда изобретений, например, уникальных ИК сенсibilizаторов для фотоматериалов [304–305].

Группа д.х.н., профессора **Елены Михайловны Черкасовой** (1907–1996 г.) (Е.Я.Борисова, С.В.Богатков и др.), проработавшей на кафедре с 1939 по 1996 г., успешно занималась синтезом и исследованием новых потенциальных лекарственных препаратов класса аминок спиртов, аминок эфиров и аминок амидов [306–308], в частности, оказывающих воздействие на сердечно-сосудистую систему (например, запатентованный препарат нибентан [309]).

Группа д.х.н., профессора **Всеволода Борисовича Мочалина** (1931–2012 г.), начавшего еще в 1953 г. под руководством академика И.Н.Назарова работы по разработке новых методов получения душистых веществ на основе ацетиленовых соединений [310–312], впоследствии работала в области синтеза и исследования реакционной способности гетероциклических соединений класса тетрагидропиранов [313, 314] и азиридинов [315, 316].

Группой д.х.н., профессора **Анатолия Ивановича Кузнецова** проводились работы в области каркасных соединений. Изучение химии азаадамантанов привело к появлению нового научного направления, связанного с синтезом и исследованием новых гетероциклических систем – азагомоадамантанов [317–320]. Был запатентован дезинфицирующий препарат нового поколения теотропин [321].

С 1991 по 1992 г. кафедрой руководил **Эдуард Прокофьевич Серебряков**, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией низкомолекулярных биорегуляторов института органической химии им. Н.Д.Зелинского АН СССР, внесший большой вклад в учебно-методическую работу кафедры. Именно в это время были заложены основы современных учебных дисциплин, преподаваемых на кафедре в настоящее время.

С 1992 по 1997 г. кафедрой заведовал доктор химических наук, профессор **Вячеслав Владимирович Самошин** (в настоящее время профессор Тихоокеанского университета, США), привнесший в научную работу кафедры новое для нее направление по дизайну макроциклических соединений, молекулярных переключателей и т.д. [322–324].

С 1997 по 2017 г. работой кафедры руководили доцент **Александр Ильич Помогаев** и профессора **Анатолий Иванович Кузнецов**, **Виталий Рафаилович Флид** и **Анатолий Дмитриевич Шуталев**.

Под руководством доктора химических наук, профессора **Елены Яковлевны Борисовой**, ученицы профессора Е.М.Черкасовой и академиков М.И.Черкашина и Г.А.Толстикова, в это время успешно развиваются работы по созданию нового поколения антиаритмиков и анестетиков, было разработано новое научное направление по химии арилалифатических и гетероалифатических аминокридов, выполнен большой цикл работ по синтезу, изучению строения, свойств и новых областей применения полимерных четвертичных солей и комплексов переходных металлов с азот- и кислородсодержащими лигандами [325–329].

Чрезвычайно плодотворно и в лучших традициях кафедры работает группа доктора химических наук, профессора **Анатолия Дмитриевича Шуталева**, чьи многоплановые исследования посвящены синтезу и изучению реакционной способности гидрированных азотсодержащих гетероциклических соединений [330–334]. Результатом работ явилось создание общих методов получения ранее труднодоступных или неизвестных классов соединений, в том числе семичленных гетероциклов и макрогетероциклов [335–337].

Десятки сотен выпускников и сотрудников кафедры за ее историю продолжили научную и преподавательскую деятельность в разных городах страны. Так, ученик А.И.Шаврыгина и И.Н.Назарова, Николай Сергеевич Простаков (1917–2007 г.) долгие годы (1960–1989 г.) возглавлял кафедру органической химии Университета дружбы народов (см. раздел 4.5). Другой аспирант И.Н.Назарова Степан Григорьевич Мацоян (1923–2010 г.) после защиты диссертации работал в Академии наук Армении, возглавлял (1967–1988 г.) институт органической химии АН ССР, академик АН Армянской ССР (1982 г.). Защитившая диссертацию под руководством профессора В.Б.Мочалина Леонора Гюлиевна Бабаева в настоящее время занимает должность доцента кафедры физической и органической химии Дагестанского государственного университета в г. Махачкале. Ученики профессора С.М.Макина широко представлены в регионах страны: Борис Константинович Крупцов возглавлял (1974–1980 г.) кафедру технологии полимерных материалов в Калининском политехническом институте (в настоящее время Тверской государственной технической университет); Юрий Васильевич Мороженко в настоящее время занимает должность профессора Бийского технологического института. Во многих городах России работают ученики профессора Б.В.Унковского: Александр Семенович Фисюк – декан химического факультета (1993–1997 г.) и заведующий кафедрой органической химии Омского государственного университета (см. раздел 14); Фильзя Низамутдиновна Латыпова – в настоящее время доцент кафедры общей, аналитической и прикладной химии Уфимского государственного нефтяного технического университета; Сергей Иванович Филимонов в настоящее время является доцентом кафедры общей и физической химии Ярославского государственного технического университета.

#### **4.3. Органическая химия на кафедре химии Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И.Пирогова**

За свою долгую историю в РНИМУ фундаментальные химические дисциплины преподавались на одной или на нескольких химических кафедрах, названия которых менялись довольно часто в соответствии с изменением требований к содержанию конкретных химических дисциплин.

**Химические кафедры. Начальный период 1890–1945 г.** История химических кафедр Российского национального исследовательского медицинского университета (РНИМУ) им. Н.И.Пирогова началась значительно

раньше организации медицинского факультета (1906 г.) в составе **Московских высших женских курсов** (МВЖК, 1872–1918 г.). Еще в 1890 г. профессором кафедры химии МВЖК был избран известный ученый-химик **Александр Николаевич Реформатский** (1864–1937 г.), руководивший кафедрой в 1893–1930 годах.



**А.Н.Реформатский** – заслуженный деятель науки РСФСР, был деканом химико-фармацевтического факультета II МГУ. Его блестящие лекции с демонстрацией тщательно продуманных и эффектных опытов собирали огромное число слушательниц не только медицинского, но и других факультетов. Им был написан ряд учебников по химии, в том числе «Неорганическая химия» (1903 г.), выдержавший 26 изданий, а также специально для студентов медицинского факультета – учебник «Органическая химия» (1904 г.) [338], который переиздавался 7 раз и был переведен на многие языки Союзных Республик [339].

Кафедра **органической химии** МВЖК II Московского государственного медицинского института (МГМИ) была основана в 1907 г. Первым ее заведующим был профессор (впоследствии академик) **Николай Дмитриевич Зелинский** (1861–1953 г.) [340], который руководил этой кафедрой с 1907 по 1912 г.

За долгую историю химические кафедры многократно объединялись и разъединялись, в том числе входили в состав кафедры биохимии. В 1918 г. на основе МВЖК был создан **II МГУ**, который в 1930 г. был реорганизован, причем его медицинский факультет был преобразован во **II Московский государственный медицинский институт** (затем II МОЛГМИ, РГМУ, ныне РНИМУ им. Н.И.Пирогова). После создания II МГУ кафедрой неорганической химии продолжал заведовать А.Н.Реформатский.

Во II МГУ (МОЛГМИ, РГМУ, РНИМУ) работали многие яркие ученые-химики и практики образования – уже упомянутые профессор А.Н.Реформатский и академик Н.Д.Зелинский, академики **Сергей Семенович Наметкин** (1876–1950 г.) и **Владимир Михайлович Родионов** (1878–1954 г.).

**С.С.Наметкин** (см. также разделы 4.1, 4.2), с 1912 г. профессор МВЖК, руководил химическими кафедрами в 1912–1925 г., профессор II Московского университета (1918–1930 г.), с 1919 по 1924 г. – ректор, профессор Московского института тонкой химической технологии (1930–1938 г.), с 1938 г. – профессор МГУ, с 1948 г. директор института нефти АН СССР. С.С.Наметкин заведовал кафедрой органической химии с 1912 по 1925 г., а с 1925 по 1930 г. её возглавлял профессор **Яков Иванович Михайленко** (1864–1943г.), основные научные интересы которого были связаны с химическим анализом и теорией растворов.



В 1930 г. кафедра органической химии II МГУ – II МГМИ была объединена с кафедрой **биологической химии** под руководством **Бориса Ильича Збарского** (1885–1954 г.). Б.И.Збарский – крупный биохимик, директор Лаборатории при мавзолее Ленина, академик АМН СССР. Возглавлял кафедру биохимии до 1934 г. Его основные работы посвящены биохимии белков. При этом кафедрой неорганической химии продолжал заведовать А.Н.Реформатский.

В 1939–1943 г. заведовал кафедрой общей химии II МГМИ **В.М.Родионов** (см. также разделы 4.1, 4.2), и курс органической химии с кафедры биологической химии был передан на кафедру общей химии. За время работы В.М.Родионова во II МГМИ (1939–1954 г.) вышло в свет составленное преподавателями кафедры под его редакцией руководство к практическим занятиям по органической химии [341], выдержавшее несколько изданий, было опубликовано много работ, посвященных синтезу и изучению свойств  $\beta$ -аминокислот и других биологически важных соединений, а также защищено 8 кандидатских диссертаций.



Заведующим кафедрой **общей химии** вновь организованного в 1930 г. II МГМИ стал профессор **Абрам Моисеевич Беркенгейм** (1867–1938 г.), руководивший кафедрой до 1938 г. А.М.Беркенгейм начал свою педагогическую деятельность в 1909 г. еще на кафедре химии МВЖК у профессора А.Н.Реформатского. При нем на кафедре велось преподавание неорганической, аналитической, органической, физической и коллоидной химии. Он одним из первых в России стал внедрять электронные представления в органическую химию [342, 343]. Под руководством А.М.Беркенгейма сотрудники кафедры занимались не только получением новых лекарственных веществ (атофан, новокаин, дионин, кумарин и др.), но и внедрением методов их получения в промышленность [344], что освободило страну от необходимости импорта этих лекарств. Много сил и внимания кафедра при этом уделяла и учебно-методической работе. С 1931 по 1939 г. преподаватели кафедры составили практикумы по неорганической, аналитической, физической и коллоидной химии [345]. Когда в

1937 г. закончилось строительство нового главного учебного корпуса II МГМИ на М. Пироговской улице, кафедра общей химии получила специально оборудованные химические лаборатории для учебного процесса и научной работы.

В 1943 г. кафедра общей химии II МГМИ была разделена на кафедры **общей химии** (неорганическая и аналитическая химия) и **органической химии** (органическая, физическая и коллоидная химия). Заведующим кафедрой органической химии остался В.М.Родионов. На должность заведующей кафедрой общей химии была избрана доктор химических наук, профессор **Екатерина Александровна Никитина** – крупный специалист в области гетерополисоединений. При руководстве Е.А.Никитиной (1943–1957 г.) основным научным направлением кафедры общей химии являлось изучение методов синтеза и изучение свойств гетерополисоединений. Заметный вклад в научно-педагогическую работу этой кафедры в первые послевоенные годы был внесен при руководстве профессоров Станислава Иосифовича Папко и Анатолия Степановича Ленского (1910–2004 г.).



**С.И.Папко** руководил кафедрой с 1957 по 1971 г. Он принимал активное участие в разработке программ по химическим дисциплинам для студентов медицинских вузов и был председателем медицинской секции Объединенного научно-методического совета по преподаванию химии в нехимических институтах МВ и ССО СССР и РСФСР. При С.И.Папко на кафедре активно продолжалась и научная работа – исследовалось окисление аммиака в водных растворах озонированным кислородом.



**А.С.Ленский** с 1971 по 1982 г. заведовал кафедрой общей химии. В годы Великой Отечественной войны А.С.Ленский внес существенный вклад в укрепление обороноспособности СССР путем создания эффективных дымообразующих составов на основе хлорсульфоновой кислоты [346]. Позже занимался научными исследованиями в химии и технологии фосфорных удобрений, а также терапевтического применения нитрида иода, в частности совместно с профессором Владимиром Викторовичем Тепловым изучением положительного влияния микровзрывов иодистого азота на лечение псориаза.

В 1982 г. в связи с существенным изменением содержания обучения обе химические кафедры изменили свое название: появилась кафедра **бионеорганической и биофизической химии**, заведующим которой стал **А.С.Ленский** (1982–1988 г.) и кафедра **биоорганической и биофизической химии** (см. далее). Такое усиление «биологизации» и «медицинизации» химических дисциплин потребовало тщательного отбора содержания обучения и соответствующего методического обеспечения. А.С.Ленским был написан отличающийся выраженной медико-биологической направленностью учебник «Введение в бионеорганическую и биофизическую химию» [347]. В переработанном виде данный учебник и в настоящее время используется в учебном процессе [348].

С 1954 г. после кончины В.М.Родионова кафедрой **органической химии** до 1961 г. руководил профессор **Николай Сергеевич Дроздов** (1902–1963 г.), затем кафедрой заведовали доценты **В.В.Монбланова** (1961–1963 г.) и **А.И.Машенцев** (1963–1965 г.), а в 1965 г. дисциплины, изучаемые на кафедре, опять были переданы на кафедру **биохимии**.



Ю.И.Бауков

В 1968 г. вновь воссозданную кафедру **органической, физической и коллоидной химии** возглавил доцент, кандидат химических наук Василий Антонович Руденко (1968–1973 г.). После 1973 г. этой кафедрой стал заведовать профессор, доктор химических наук **Юрий Иванович Бауков**, Лауреат Государственной премии РФ, академик РАЕН, ученик академика **А.Н.Несмеянова** и профессора **И.Ф.Луценко**, работавший до этого в МГУ им. М.В.Ломоносова. В 1982 г. в связи с усилением медико-биологической направленности химических дисциплин кафедра была переименована, как уже упоминалось, в кафедру **биоорганической и биофизической химии**. Ю.И.Бауковым в соавторстве с профессором I ММИ им. И.М.Сеченова **Нонной Арсеньевной Тюкавкиной** был написан учебник по новой для медицинских вузов дисциплине – биорганической химии [349], выдержавший 8 переизданий и активно используемый для обучения студентов [350].

Помимо этого, кафедрой был издан ряд методических материалов и указаний для студентов, в том числе три оригинальных пособия по биофизической химии, посвященных различным разделам курса, написанные профессором Игорем Викторовичем Колосовым [351]. Следует также отметить большой вклад в учебно-мето-

дическую работу кафедры профессора Виктора Николаевича Сергеева, написавшего для студентов медицинских вузов (вместе с доцентом Л.С.Смирновой) пособие по поверхностным явлениям, дисперсным системам и охране окружающей среды [352] и затем учебник по коллоидной химии [353].

В 1988 г. обе химические кафедры были объединены под руководством Ю.И.Баукова в единую кафедру **общей и биоорганической химии (ОБОХ)**.



Сотрудники кафедры ОБОХ РГМУ (2002 г.).

#### **Кафедра экспериментальной и теоретической химии медико-биологического факультета (ЭТХ МБФ).**



Сразу же после создания в 1963 г. МБФ на нем началось преподавание химических дисциплин, причем сначала была принята курсовая система преподавания. Первыми преподавателями неорганической и аналитической химии стали доцент С.С.Оленин, старший преподаватель С.П.Архангельская и ассистент О.Д.Менькова. Вскоре ректорат II МОЛГМИ им. Н.И.Пирогова принял решение об организации кафедры, на которой должны были преподаваться все химические дисциплины. В качестве заведующего был приглашен для работы по совместительству зав. кафедрой в МИИТ профессор **Лев Александрович Николаев** (1913–2001 г.), автор более 10 учебников и пособий, в том числе медико-биологической направленности [354, 355]. Преподавание физической и коллоидной химии началось в октябре 1964 г., а органической – в 1965 г.

С этого времени и началась полномасштабная работа кафедры ЭТХ.



В 1969 г. заведующим кафедрой был назначен доцент **Виктор Николаевич Захарченко** (1937–2012 г.), руководивший кафедрой с перерывами до 2011 г. Им был написан ряд учебно-методических пособий, в том числе учебник по коллоидной химии [356].

С момента организации кафедры ЭТХ на ней проводились научные исследования. Под руководством Л.А.Николаева изучались системы, моделирующие действие ферментов и обусловленные переносом протона, процессы пероксидного окисления в водных системах, влияние низких частот на растворы белков. В.Н.Захарченко разработал метод изучения вязкости крови с использованием изобретенного им ротационного вискозиметра со свободно плавающим цилиндром, а также новый способ разделения крови на плазму и концентрированную суспензию форменных элементов с применением ядерных фильтров, нашедший применение в клинической практике.



Начатое в 1988 г. Ю.И.Бауковым слияние химических кафедр завершил профессор РАН **Вадим Витальевич Негребетский**, объединив в 2011 г. в единую **кафедру химии** кафедры общей и биоорганической химии лечебного факультета и экспериментальной и теоретической химии МБФ. В.В.Негребетский работает в РНИМУ с 1992 г., выпускник МХТИ им. Д.И.Менделеева (ныне РХТУ). Им продолжена традиция создания современных учебников [357, 358] и внесен определяющий вклад в организацию преподавания ряда новых для кафедры химических дисциплин на **фармацевтическом факультете**, созданном в РНИМУ в 2008 г. В целом, за последнее пятилетие издано и переиздано более 60 различных учебных пособий, причем большая часть последних методических материалов была создана для студентов фармфака [359].

В это время произошло существенное обновление материально-технической базы кафедры, широкое развитие получила практика применения мультимедийного оборудования в учебном процессе, начата разработка видеозаписей лекций для студентов-медиков [360].

Основой учебного процесса в настоящее время на кафедре является курс химии для студентов лечебного, педиатрического и стоматологического факультетов. Для студентов этих факультетов организован учебный лабораторный практикум, через который каждый семестр проходит около 2000 студентов большинства факультетов РНИМУ.

#### 4.4. История и научные достижения кафедры органической химии РХТУ им. Д.И.Менделеева

Преподавание органической химии в Московском химико-технологическом институте им. Д.И.Менделеева (с 1993 г. РХТУ им. Д.И.Менделеева) началось в 1923–1924 учебном году. В том году коллектив кафедры состоял всего из двух сотрудников. Первым заведующим кафедрой стал профессор **Иван Дмитриевич Смирнов**, а его помощником в организации первого учебного года был преподаватель **Я.Я.Макаров-Землянский**. В первые годы учебные занятия проводились в одной из лабораторий кафедры химии и технологии промежуточных продуктов и красителей. Эта лаборатория была предназначена для лабораторного практикума 19 студентов.

В 1925 г. кафедру органической химии Менделеевского института возглавил академик **П.П.Шорыгин** (1881–1939 г.), и именно его следует считать основоположником научно-педагогической школы кафедры органической химии, широко известной своими фундаментальными исследованиями в области органической химии, организацией учебного процесса, высоким уровнем учебной работы, определяемым подготовкой учебно-методических изданий.

**Павел Полиевктович Шорыгин** окончил химический факультет Императорского Московского технического училища (ИМТУ) в 1903 г. со званием инженера-технолога. Его первым учителем в области органической химии и технологии был Василий Васильевич Шарвин, совместно с которым в 1903 г. он опубликовал первую работу «Стереизомерные оксимы ароматических кетонов с разноименными ядрами» [361]. В том же году П.П.Шорыгин поступил во Фрейбургский университет (Германия), где работал в течение 3 лет у известного химика профессора **Людвига Гаттермана**.

В 1906 г. П.П.Шорыгин сдал докторские экзамены, представил диссертацию «О химической люминесценции. Кристаллолюминесценция и триболюминесценция» на соискание ученой степени доктора философии. По возвращении в Россию П.П.Шорыгин получил (1906 г.) должность ассистента при кафедре химии в Московском техническом училище, где и работал до 1911 г. – вел педагогическую и научно-исследовательскую работу. В 1909–1910 г. сдал магистерские экзамены и в декабре 1910 г. защитил в Московском университете диссертацию, получив ученую степень магистра химии. В 1932 г. профессор П.П.Шорыгин был избран членом-корреспондентом, а в 1935 г. Высшая аттестационная комиссия и Президиум академии наук СССР ему присудили степень доктора химических наук без защиты диссертации. В 1939 г. П.П.Шорыгин стал действительным членом Академии Наук.



Слева направо: Я.Я.Макаров-Землянский, П.П.Шорыгин, И.П.Лосев (1926 г.).

Уже в 30-х годах кафедра органической химии имела две большие лаборатории для студенческого практикума и 6 лабораторий для научной работы сотрудников. С первых лет на кафедре активно работал студенческий научный кружок, а вскоре появились и аспиранты, среди них были два будущих академика **Александр Васильевич Топчиев** и **Василий Владимирович Коршак** и четыре будущих профессора Иван Платонович Лосев, Владимир Николаевич Белов, Анатолий Павлович Крешков и Альфред Анисимович Берлин.

Требованием П.П.Шорыгина при формировании коллектива кафедры было то, что каждый преподаватель должен вести экспериментальную работу по темам, имеющим практическую направленность. В то время это были темы, результаты работ по которым были необходимы развивающейся химической промышленности. Первым, кто включился в такую работу, был доцент **Яков Яковлевич Макаров-Землянский**, занимавшийся разработкой технологии получения камфары окислением борнеола.

Еще в 1918 г., прочтя курс химии взрывчатых веществ в МВТУ, П.П.Шорыгин начал работы в области нитрования органических веществ и активно продолжил их на кафедре органической химии. Им были найдены условия нитрования толуола и этилбензола в боковую цепь, а также получены устойчивые динитраты эфиров глицерина и пикриновой кислоты, глицерина и тринитробензойной кислоты. Совместно с первым аспирантом

кафедры Александром Васильевичем Топчиевым было проведено нитрование ароматических и гетероароматических соединений окислами азота [362].

К моменту появления на кафедре второго аспиранта – Василия Владимировича Коршака Павел Полиевктович Шорыгин познакомился с Ваче Ивановичем Исагулянцем, энтузиастом развития промышленности душистых веществ в СССР. Поэтому диссертационная работа В.В.Коршака была посвящена синтезу и изучению простых эфиров гидроксиальдегидов и их ацеталей. Были синтезированы гераниоловый эфир диэтилацетала гликолевого альдегида и геранилукусный альдегид – оба соединения обладали приятным запахом розы. Воодушевленные этим успехом, П.П.Шорыгин и В.В.Коршак синтезировали и изучили ацетали β-гидроксипропанала [363]. Эти работы предопределили дальнейшие научные интересы В.В.Коршака – крупнейшего специалиста в области химии полимеров, все годы тесно связанного с Менделеевским институтом.



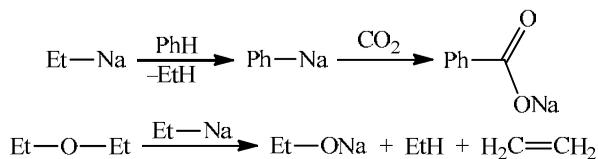
П.П.Шорыгин и А.Е.Фаворский (1935–1939 г.),  
ИОХ им. Н.Д.Зелинского.

Другой будущий исследователь в области химии пластмасс – **Иван Платонович Лосев** появился на кафедре органической химии практически одновременно с П.П.Шорыгиным и работал на ней сначала ассистентом, а затем доцентом. Его кандидатская диссертация была посвящена каталитическим превращениям галогенопроизводных и спиртов в альдегиды и кетоны. В дальнейшем по инициативе Шорыгина в Менделеевском институте в 1932 г. была организована **кафедра технологии пластических масс**, которую возглавил И.П.Лосев. Исследование реакции поликонденсации фенола с метилхлоридом П.П.Шорыгин провел совместно с В.В.Коршаком и И.П.Лосевым, в результате которого была получена феноло-метилхлоридная смола, по своим свойствам не уступавшая феноло-формальдегидной [364].

Следует вспомнить еще об одном знаменитом ученике П.П.Шорыгина – **Владимире Николаевиче Белове** – профессоре, будущем заведующем кафедрой органической химии МХТИ. Интерес П.П.Шорыгина к душистым веществам оказался весьма устойчивым, и он пригласил в Менделеевский институт трех выпускников МВТУ им. Баумана, сотрудников экспериментального завода душистых веществ ТЭЖЭ Владимира Николаевича Белова, Ирину Владимировну Мачинскую и Софью Абрамовну Скоблинскую. Их сотрудничество привело к ряду работ в области металлоорганического синтеза [365, 366]. В.Н.Белов окончил МВТУ им. Баумана в 1930 г. Однако еще до окончания МВТУ он начал под руководством профессора П.П.Шорыгина научную работу. В первой совместной работе ими была получена опиановая кислота и ряд гетероциклических соединений на ее основе [367]. В поисках нового сырья для синтеза душистых веществ акад. Шорыгин обратил внимание на огромные количества кубовых остатков сивушного масла и поручил В.Н.Белову начать подробное изучение их состава. И уже в 1933 г. П.П.Шорыгин и В.Н.Белов опубликовали результаты анализа состава высококипящих фракций сивушного масла [368]. В 1934 г. П.П.Шорыгин и А.П.Крешков по заданию лакокрасочной промышленности исследовали смеси кислот, образующихся при окислении парафинов [369].

П.П.Шорыгин также продолжил в Менделеевском институте свои классические исследования в области натрийорганических соединений. Как уже отмечалось, во время выполнения магистерской диссертации он открыл несколько реакций натрийорганических соединений металлизации и разложения эфира под действием металлоорганических соединений.

Наиболее значимой из них является реакция металлизации – замещение атома водорода в молекуле ароматического углеводорода на атом металла [370]. Исследуя свойства этилнатрия, он с помощью обменной реакции с бензолом получил фенилнатрий, о чем свидетельствовало образование бензоата натрия после обработки реакционной смеси углекислым газом. Впоследствии эта реакция стала одним из важнейших металлоорганических методов, широко используемых в современном органическом синтезе для генерации литий- и магнийорганических соединений. Другая открытая им реакция – разложение простых эфиров при действии алкилнатрия [371].



Реакции Шорыгина.

Профессор П.П.Шорыгин написал первые учебники по органической химии Менделеевского института. Им подготовлены три издания «Курсов органической химии» для химиков-технологов (1932 и 1940 г.), для медиков и биологов (1925 г.) и два издания «Успехов органической химии» (1928 и 1932 г.), три издания «Химии углеводов» (1927, 1932, 1938 г.), 2 издания «Химии целлюлозы» (1936, 1939 г.). Им были составлены первые программы курса органической химии, прочитанного в Менделеевском институте. Под руководством П.П.Шорыгина организован большой лабораторный практикум, в ходе которого студенты выполнили 18 учебных синтезов, 1 синтез из литературы, а также 7 анализов.

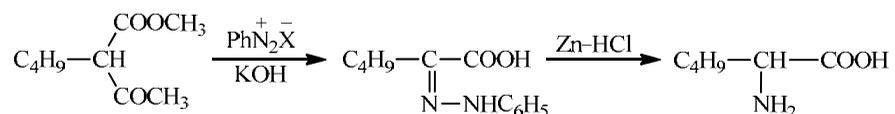
Заведая кафедрой органической химии в Менделеевском институте, профессор П.П.Шорыгин продолжал работу и в **Военно-химической академии**, куда была переведена организованная им в 1928 г. в составе МВТУ им. Баумана **кафедра искусственного волокна**. П.П.Шорыгин – автор более 150 научных работ [372].

После кончины П.П.Шорыгина в 1939 г. кафедру органической химии возглавил профессор **В.В.Феофилакт**. Научные интересы профессора В.В.Феофилактова были связаны с жирноароматическими азосоединениями. Разработанная им реакция получения  $\alpha$ -аминокислот восстановлением гидразонов  $\beta$ -кетокарбоновых кислот вошла в учебники как **метод Феофилактова** [373].

**Валентин Васильевич Феофилакт** окончил Московский сельскохозяйственный институт в Петровско-Разумовском (ныне Российский государственный аграрный университет, МСХА им. К.А.Тимирязева) по специальности «Агрохимия». Еще будучи студентом, он начал работать в лаборатории известного ученого-органика академика **Н.Я.Демьянова**. После окончания института (1921 г.) по представлению Н.Я.Демьянова был оставлен при кафедре органической химии сельскохозяйственного института. С этого же времени началось его сотрудничество с Н.Я.Демьяновым, продолжавшееся до его кончины в 1938 г. Одновременно (1925–1926 г.) Феофилакт работал ассистентом при кафедре академика Д.Н.Прянишникова по курсу «Химия растений» в И МГУ.

В 1932–1934 г. В.В.Феофилакт заведовал кафедрой органической химии в Московском институте рыбной промышленности. В 1932–1936 г. по договору со Всесоюзным институтом океанографии и рыбного хозяйства организовал и возглавил **лабораторию по изучению белков и жиров**. После перевода в Москву Академии наук СССР и организации Института органической химии был приглашен Н.Я.Демьяновым в руководимую им лабораторию (1935 г.). В июне 1937 г. В.В.Феофилакт присуждена ученая степень доктора химических наук. Весной 1938 г. он перешел в Лабораторию белка АН СССР, где проработал до октября 1941 г.

Среди основных научных достижений В.В.Феофилактова помимо разработки метода синтеза  $\alpha$ -аминокислот открытие и исследование (совместно с **М.С.Козловой**) общей реакции получения производных пиразолона (красителей типа тартразина). В основе метода Феофилактова лежит реакция сочетания алкилацетоксусных эфиров с ароматическими diazosоединениями, приводящая к арилгидразонам  $\alpha$ -кетокислот, последующее восстановление которых дает  $\alpha$ -аминокислоты с хорошим выходом [374]. Например, из бутилацетоксусного эфира с промежуточным получением фенилгидразона  $\alpha$ -кетокaproновой кислоты получен норлейцин.



В августе 1943 г. В.В.Феофилакт вновь вернулся на работу во Всесоюзную сельскохозяйственную академию им. К.А.Тимирязева, где возглавил **кафедру органической химии**, которой он руководил до 1956 г. Работы того периода были посвящены синтезу различных групп биологически активных веществ. В результате исследований были разработаны эффективные методы получения ауксинов (гетероауксина и индолилмасляной кислоты), гербицидов (2,4-дихлорфеноксиуксусной и 2-метил-4-хлорфеноксиуксусной кислот).

После ухода В.В.Феофилактова в 1943 г. кафедру органической химии возглавил академик **В.М.Родионов** (1878–1954 г.), крупнейший советский химик-органик, специалист в области биоорганической химии, химии и технологии лекарственных средств, синтетических красителей, душистых веществ. **Владимир Михайлович Родионов** обучался в Дрезденском политехническом институте, получив в 1901 г. диплом инженера-химика I степени. В 1906 г. окончил Императорское московское техническое училище с дипломом инженера-технолога I степени. Еще в первые годы своей научной деятельности, в период работы на фабрике красок Байер в Эльберфельд-Лeverкузене (1906–1909 г.) и ее московском отделении (1909–1914 г.), провел ряд выдающихся исследований в области химии красителей и промежуточных продуктов. Им разработан оригинальный синтез тиюиндиго из монохлорацетона и тиосалициловой кислоты, синтез устойчивых к хлору и свету красителей, проведен ряд исследований по химии нафталина и его производных. Серия работ В.М.Родионова касается реакции диазотирования и свойств diazosоединений, реакций диспропорционирования альдегидов, ацилирования и переацили-

рования аминов, синтеза оксиарилкарбоновых кислот, свойств производных *n*-сульфобензойной кислоты и других ароматических соединений.

Работая в течение 8 лет (1906–1914 г.) на предприятиях и в научных лабораториях фирмы Баейр, В.М.Родионов стал видным специалистом в области химии красителей. Владимиром Михайловичем организовано производство важнейших полупродуктов для красителей, как нитробензол, динитронафталины, диметиланилин, сульфаниловая и нафтионовая кислоты, фенол,  $\alpha$ - и  $\beta$ -нафтол, их сульфокислоты и другие производные (кислота Фрейнда,  $N$ -,  $\gamma$ -кислоты, 1,2,4-аминонафтолсульфокислота). Участвуя в работах Военно-промышленного комитета в период войны 1914–1918 г., В.М.Родионов был консультантом и экспертом Анилтреста, а затем Наркомата химической промышленности.

В.М.Родионовым сделано также много и в фармацевтической промышленности. Возглавляя в течение многих лет кафедру фармацевтической химии в Московском Высшем техническом училище и кафедру химии алкалоидов во II Московском государственном университете, Владимир Михайлович организовал ряд новых производств фармацевтических препаратов и алкалоидов (салициловые препараты, новокаин, кофеин, теобромин, атропин, гиосциамин, морфий, кодеин, папаверин и ряд др.). Так, по разработанному им методу и до сих пор получают важнейшие алкалоиды (кодеин, стиптицин, пантопон) и очищают наркотин (исходный алкалоид для получения стиптицина).

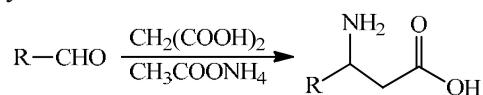
Начиная с 1930 г. В.В.Родионов являлся консультантом Научно-исследовательского института парфюмерной промышленности, руководя исследованиями по синтезу душистых веществ. Под его руководством были разработаны методы получения пипероналя и других альдегидов ароматического ряда, цибетона, глиоксиловой кислоты, фенилуксусного альдегида. При этом Владимир Михайлович принимал активное участие и в организации производства душистых веществ в заводских масштабах, в частности ванилина, ванилаля, кумарина и др.

Одновременно В.М.Родионов интересовался и другими отраслями химической технологии. Им предложен оригинальный и экономически эффективный метод синтеза уксусного ангидрида. Интересен и разработанный им метод получения хлороформа из трихлоруксусной кислоты по принципу непрерывно действующего процесса. Значительное внимание уделил В.М.Родионов реакции Каннищаро. Отметив, что в присутствии формальдегида бензальдегид в растворе щелочи превращается в бензиловый спирт, он разработал общий метод, дающий возможность превращать альдегиды в спирты [375]. Следует также отметить реакцию карбоксилирования фенолов углекислотой. Этот прием, предложенный для синтеза салициловой кислоты из фенола способом Кольбе–Шмитта, был с успехом распространен Родионовым для трансформации  $\alpha$ - и  $\beta$ -нафтолов и алкоксифенолов в соответствующие 1,2-оксикарбоновые кислоты.

Другой круг вопросов, неизменно интересовавший Владимира Михайловича – это реакции алкилирования (главным образом метилирования), имеющие большое значение и в анилинокрасочной, и особенно, в фармацевтической промышленности. Столкнувшись с этим вопросом при разработке промышленного метода метилирования алкалоидов (получение кодеина из морфия, нарцеина из наркотина), В.М.Родионов впервые использовал для этой цели бензолсульфонат триметилфениламмония [376]. Метод Родионова позволяет проводить селективное алкилирование фенольных, а также аминогрупп в ряде природных и синтетических биологически активных веществ и до настоящего времени применяется для получения ряда полусинтетических алкалоидов.

Обширные исследования В.М.Родионова с сотрудниками проведены по изучению альдегидокислот, главным образом на примере 2,3-диметокси-4-формилбензойной (опиановой) кислоты – побочного продукта производства опиных алкалоидов. Серия работ в этой области с его учениками (С.И.Каневской, М.М.Шемякина, Б.М.Богословского, В.В.Левченко, С.И.Михайлова и др.) помимо своей теоретической значимости характеризуется уклоном в сторону практического использования опиановой кислоты (синтез из опиановой кислоты изованилина, диметоксиантралиловых кислот, аналогов алкалоида дамасценина, метоксилированных гетероциклических соединений ряда хинолина, изохинолина, хиназолона, метоксилированных производных индиго и тиюиндиго и др.) [377].

Одним из наиболее значимых научных достижений В.М.Родионова является метод синтеза  $\beta$ -аминокислот, разработанный им в 1926 г. При проведении реакции Кнёвенагеля альдегидов с малоновой кислотой в присутствии спиртового раствора аммиака им были получены  $\beta$ -аминокислоты [378]; позднее вместо аммиака было предложено использовать уксуснокислый аммоний.



В.М.Родионов разработал еще один оригинальный способ получения одной из важнейших  $\beta$ -аминокислот –  $\beta$ -аланина конденсацией акриловой кислоты с фталимидом в присутствии триметилфениламмония в качестве

катализатора [379]. В дальнейшем работы по синтезу и изучению аминокислот, содержащих индольную систему, продолжались под руководством **Н.Н.Суворова**. Им был проведен синтез  $\alpha$ -(3-индолил)- $\beta$ -аминопропионовой кислоты –  $\beta$ -аналога незаменимой  $\alpha$ -аминокислоты триптофана [380].

Не ограничиваясь синтетическими исследованиями  $\beta$ -аминокислот, В.М.Родионов с рядом сотрудников развернул обширные работы (1942–1947 г.) по изучению их химических свойств [381, 382]. Они привели к разработке новых и усовершенствованию ранее известных путей синтеза различных типов гетероциклических соединений – разнообразных производных ряда ди-, тетра- и гексагидропиримидинов, а также глиоксилидонов, хинолина, изохинолина и хиназолона [383, 384]. Им был доказан механизм одной из важнейших реакций органической химии – реакции Гофмана [385]. Намеченный Владимиром Михайловичем путь синтеза глиоксилидонов привел его к получению новых аналогов дестиобиотина, ряд которых обладает биотинным действием. Наконец, В.М.Родионов исследовал зависимость между строением  $\beta$ -аминокислот и их стимулирующим действием на рост низших организмов (дрожжей), а также провел ряд исследований в группе витамина С и пантотеновой кислоты.

Свыше 30 лет руководил Владимир Михайлович рядом кафедр. Еще в 1916 г. В.М.Родионовым была впервые в России создана **кафедра химии и технологии фармацевтических препаратов в Московском высшем техническом училище**, которой он руководил многие годы. Им же была создана в 1920 г. единственная в СССР **кафедра химии алкалоидов во II Московском государственном университете**. Из этих кафедр вышли основные кадры научных и инженерно-технических работников в области фармацевтической химии. Созданные В.М.Родионовым **кафедры химической технологии красящих веществ в Московском текстильном институте** (1935 г.) и в **Московском институте химического машиностроения** дали возможность выпускать высокообразованных специалистов по технологии волокнистых веществ. Кроме кафедры органической химии в МХТИ им. Д.И.Менделеева, он возглавлял аналогичную кафедру во II Медицинском институте, а также одновременно занимал руководящие должности в исследовательских институтах (Научно-исследовательский институт органических полупродуктов и красителей, Всесоюзный институт экспериментальной медицины), консультируя и руководя работами в анилинокрасочной и фармацевтической промышленности, а также в производстве душистых веществ.

Как один из крупнейших технологов и теоретиков в области органической химии В.М.Родионов был избран в 1939 г. членом-корреспондентом, а в 1943 г. действительным членом Академии Наук СССР. С 1939 г. В.М.Родионов возглавил секцию органической химии Московского отделения Всесоюзного химического общества им. Д.И.Менделеева в качестве ее председателя.



Академик В.М.Родионов с доцентами Ф.Блакно, Т.К.Веселовской, И.В.Мачинской, асс. С.В.Брагиным, С.Ф.Филатовым.

В 1955–1963 г. кафедру возглавлял профессор **В.Н.Белов** (1900–1963 г.) ученик академика П.П.Шорыгина; одновременно он был деканом факультета технологии органических веществ Менделеевского института (1957–1962 г.).

**Владимир Николаевич Белов** после окончания семи классов Московского коммерческого училища (1918 г.) поступил добровольцем на Военно-санитарный поезд № 224. С 1921 г. служил на нестроевых должностях в 425 пехотном полку. После демобилизации с 1923 г. работал в Моссовете, совмещая работу с учебой в Московском промышленно-экономическом институте. Завершил высшее образование на химическом факультете Московского высшего технического училища по специальности «Синтез лекарственных препаратов» (1930 г.). По окончании института был направлен на Экспериментальный завод ТЭЖЭ, где работал под руководством академика П.П.Шорыгина. С 1933 г. по приглашению П.П.Шорыгина перешел на кафедру органической химии МХТИ им. Д.И.Менделеева, где в течение многих лет заведовал лабораторией органической химии.

В 1941–1944 г. находился на фронтах Великой Отечественной войны. В 1944 г. был отозван из армии для работы в НИИ-1 Министерства авиационной промышленности. В 1946 г. занял должность заместителя директора по научной работе Всесоюзного научно-исследовательского института синтетических и натуральных душистых веществ. Преподавал также в I Московском медицинском институте, Московском институте тонкой химической технологии им. М.В.Ломоносова, заведовал кафедрой органических производств и органической химии во Всесоюзном заочном политехническом институте.

В 1935 г. защитил кандидатскую, в 1946 г. – докторскую диссертацию «О некоторых свойствах диметилсульфата». Автор крупных работ «О попытках замыкания гетероцикла в (β-оксиэтил)анилине и о бензоильных производных (β-оксиэтил)анилина» [386] и «Химия и технология душистых веществ» [387]. В.Н.Белов является одним из основоположников химии душистых веществ и эфирных масел в СССР [388]. Им было создано направление в синтезе душистых веществ, основанное на использовании алкилфенолов и терпенфенолов, разработаны основы синтеза терпенфенолов, методы установления их строения [389]. Также он открыл ряд скелетных перегруппировок, протекающих при алкилировании фенолов терпенами, синтезировал тибетол, санталидол, мустерон, изоэвгенол, кипреналь, кедрол, ветинилацетат и др., выполнил исследования по синтезу ментола, выявил зависимость между строением веществ и их запахом. Он выяснил механизм ацилирования непредельных углеводов, аллильных перегруппировок, реакции Кондакова, гидробромирования ундециленовой кислоты и др., разработал методы синтеза однозамещенных ацетоуксусных эфиров, перекрестной электроконденсации для получения 15-ацетоксипентадекановой кислоты, циклизации ω-оксикислот в макроциклические лактоны, получения макроциклических оксалактонов из 11-бромундекановой кислоты, изучал свойства опиановой кислоты, предложил метод синтеза ирона из изопрена и диметилбутадиена; выполнил исследования по синтезу ментола; выявил зависимость между строением веществ и их запахом [390]. Владимир Николаевич разработал пути синтеза 1-гидрокси-2-нафталальдегида, 2-тетралона, 2,3-тетралонкарбоновой кислоты непрямым электровосстановлением нафтолкарбоновых кислот, соединений с гидрированным нафталиновым циклом. Им опубликовано более 100 научных работ, в том числе 8 свидетельств на изобретения [391]. Подготовил около 20 кандидатов наук.

С 1964 по 1988 г. кафедрой органической химии заведовал профессор **Н.Н.Суворов**, выпускник МГУ им. М.В.Ломоносова, ученик академика В.М.Родионова. Научные интересы профессора Н.Н.Суворова охватывали 3 главные направления: производные индола, стероиды и бензофенантридиновые алкалоиды.

**Николай Николаевич Суворов** родился 15 сентября 1922 г. в городе Новочеркасске и очень гордился тем, что являлся выходцем из казаков. В кругу друзей и коллег он нередко повторял, что является потомком гетмана Наливайко. В 1940 г. стал студентом химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова, а в октябре 1941 г. добровольцем ушел на фронт. Демобилизовавшись из рядов Советской Армии в августе 1943 г. из-за туберкулеза лёгких, Суворов вновь вернулся в МГУ и закончил его с отличием в июле 1947 г., а месяцем позже поступил в аспирантуру ИОХ им. Н.Д.Зелинского по специальности «Химия природных соединений». В 1950 г. защитил кандидатскую диссертацию под руководством В.М.Родионова.

В 1950–1952 г. Н.Н.Суворов являлся ассистентом кафедры органической химии МХТИ им. Д.И.Менделеева. В октябре 1952 г. по рекомендации В.М.Родионова был приглашен в лабораторию кортикостероидов Всесоюзного научно-исследовательского химико-фармацевтического института им. С.Орджоникидзе (ВНИХФИ), а уже через полгода (в апреле 1953 г.) стал её руководителем. Именно здесь Суворовым были начаты многоплановые научные исследования, охватывающие области как химии кортикостероидов, так и индола.

Восхищают продуктивность и значимость полученных тридцатилетним учёным научных результатов. Действительно, практически за десятилетний период с 1952 по 1962 г. им были выполнены две (!) равноценные докторские диссертации по кортикостероидам и индолу. Однако предпочтение было отдано последнему, и в мае 1962 г. Н.Н.Суворов защитил докторскую диссертацию «Исследования в области синтеза биологически важных производных индола».

В сентябре 1963 г. Н.Н.Суворов вновь вернулся в МХТИ им. Д.И.Менделеева и с января 1964 г. стал заведующим кафедрой органической химии, которую возглавлял на протяжении 25 лет. Одновременно с этим он возглавлял лабораторию кортикостероидов во ВНИХФИ. В последующие годы и вплоть до своей кончины в 1999 г. Николай Николаевич продолжал успешную педагогическую и научную деятельность в РХТУ им. Д.И.Менделеева и в ЦХЛС-ВНИХФИ.

Подобно своему учителю, академику В.М.Родионову, Н.Н.Суворов был яркой и разносторонней личностью. Круг его научных интересов был весьма обширен и включал исследования в области химии, биохимии и фармакологии производных индола, химии стероидов, бензофенантридиновых алкалоидов, многие из которых явля-

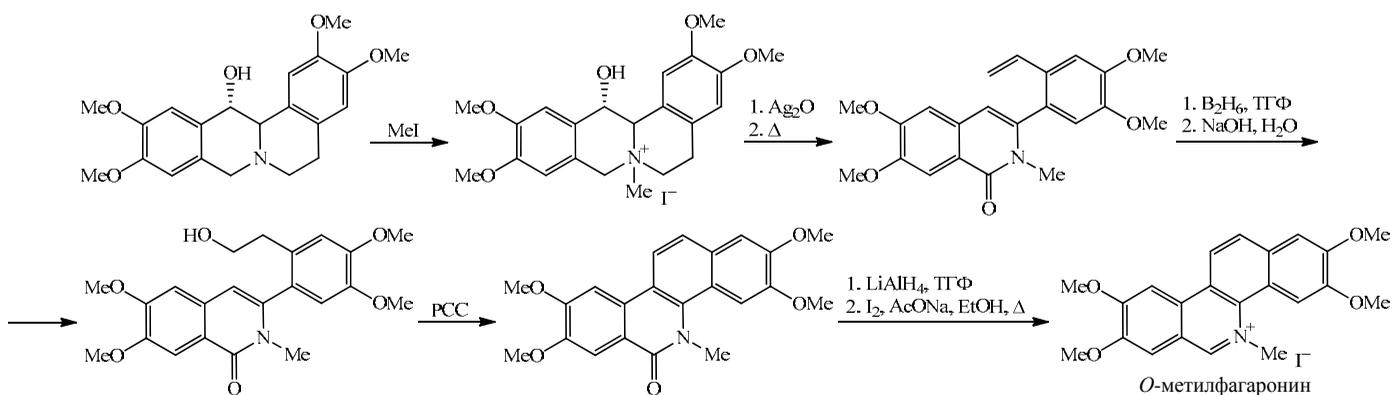
лись пионерскими. Им разработаны эффективные методы синтеза важнейших в биологическом аспекте представителей индольного ряда – аналогов грамина [392], триптофана и триптамина [393], создана опытно-промышленная установка по производству синтетического индола, предложен ряд новых методов синтеза производных индола [394]. Синтез тетрациклической модели хелидонина, исходя из  $\alpha$ -бром(фенил)уксусного эфира и бензилмалонового эфира, известный как схема Родионова–Суворова, является творческим и научным успехом двух великих химиков, учителя и ученика [395].

Плодотворные фундаментальные научные исследования завершились внедрением в медицинскую практику ряда оригинальных препаратов. Так, одним из первых оригинальных отечественных антидепрессантов стал препарат *индопан* [396]. В.М.Родионовым и Н.Н.Суворовым создан оригинальный лекарственный препарат *бетазин* для лечения тиреотоксикозов [397]. Эта работа была удостоена малой серебряной медали ВДНХ СССР. Многолетние совместные исследования возглавляемого Н.Н.Суворовым научного коллектива синтетиков, радиобиологов и фармакологов позволили создать новый класс радиопротекторов индольного ряда: *серотонин-адипинат*, *мексамин* и *индралин*. Последний с успехом применялся в качестве радиопротектора экстренного действия при ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы [398]. Ещё одна разработка – *индометופן* разрешён Фармкомитетом для клинических испытаний в качестве препарата для профилактики лучевых поражений в условиях пролонгированного облучения [399].

В 1965 г. Н.Н.Суворовым, В.Г.Авраменко и В.Н.Шкильковой разработан гетерогенно-каталитический метод получения индола, в основе которого лежит циклизация арилгидразонов по методу Фишера [400]. Весомым вкладом в отечественную медицину стали проводимые под руководством Н.Н.Суворова исследования в области химии стероидов, также носящие фундаментальный характер [401]. Они позволили наладить в СССР производство кортикостероидных препаратов в промышленных масштабах (завод «Акрихин»).

Б.Я.Ерышевым, В.Г.Авраменко под руководством Н.Н.Суворова разработан промышленный метод получения гетероауксина. На кафедре значительное внимание было уделено синтезу и изучению ближайших аналогов гетероауксина –  $\gamma$ -(3-индоллил)масляной кислоты и её производных. Эта кислота оказалась активным стимулятором роста растений – её активность в 2–2.5 раза выше активности гетероауксина [402].

На кафедре выполнено значительное количество работ по синтезу фенантрениновых алкалоидов и их аналогов. Эти работы были начаты ещё под руководством В.М.Родионова, но лишь в 1991 г. Н.Н.Суворову, Н.М.Сазоновой, В.И.Сладкову и И.И.Левиной удалось завершить синтез одного из алкалоидов этой группы – *O*-метилфагаронина [403]. Н.Н.Суворовым, Р.Н.Ахвледяни, В.Н.Буяновым, Е.П.Фроловой, Е.П.Баберкиной, М.Е.Жуковой синтезирован ряд пиррольных аналогов фагаронина [404].

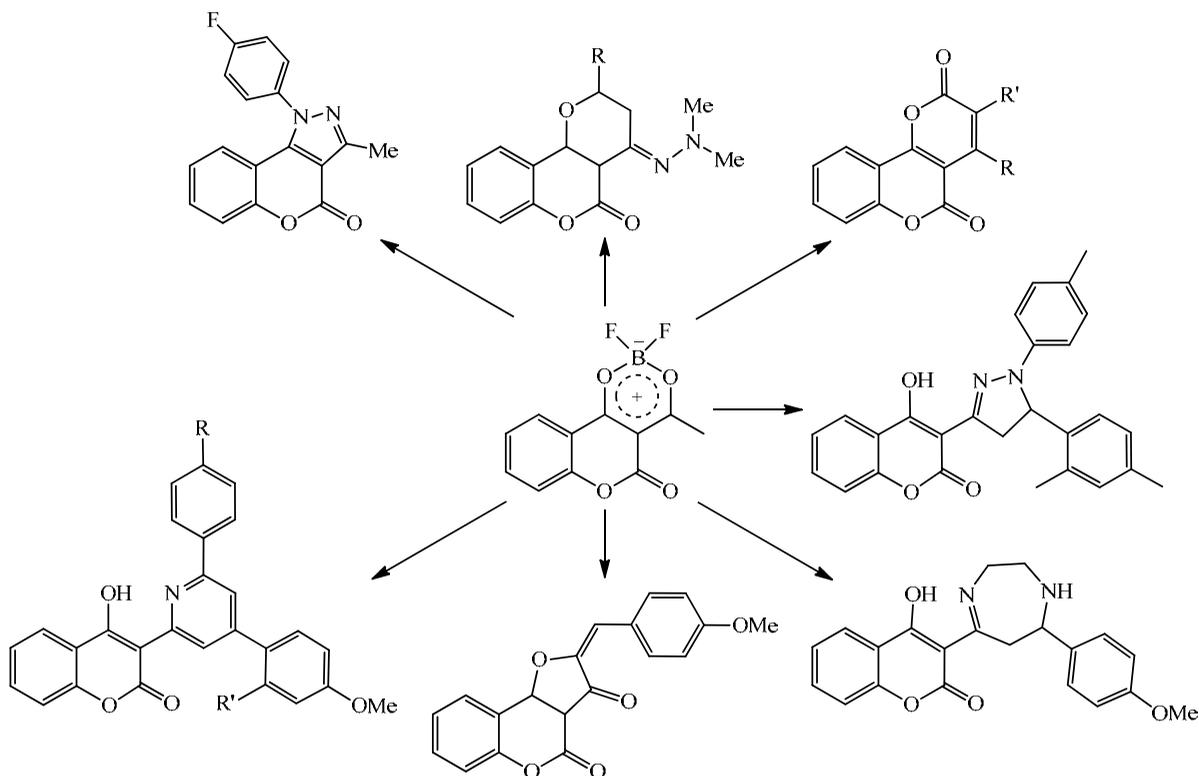


Н.Н.Суворовым опубликовано свыше 1100 научных работ, создана большая научная школа, в которой подготовлено 10 докторов и 122 кандидата наук [405]. В РХТУ им. Д.И.Менделеева им разработаны курсы по органической химии и её теоретическим аспектам, биохимии, химии биологически активных веществ. Так, он коренным образом переработал программу курса органической химии, вводя в него современные представления о механизмах органических реакций.

С 1988 по 2012 г. кафедрой заведовал профессор **Валерий Федорович Травень** – выпускник МХТИ им. Д.И.Менделеева, ученик профессора Б.И.Степанова. В.Ф.Травень окончил с отличием МХТИ им. Д.И.Менделеева, кандидатскую диссертацию защитил в 1967 г., докторскую – в 1981 г. Автор более 350 научных работ. Научные интересы В.Ф.Травеня лежат в области синтеза и изучения строения органических красителей, производных кумарина и гетаренокумаринов.

К работам в области биологически активных соединений этого периода относится также исследование, выполненное по заказу Всесоюзного института химических средств защиты растений. В.Ф.Травень, Н.А.Кузнецова и Э.Э.Левинсон провели работы в области синтеза и изучения brassinosteroidов, являющихся эффективными регуляторами роста сельскохозяйственных растений [406].

Плодотворным направлением в синтезе новых гетаренов стало применение комплексов производных кумарина с трехфтористым бором, развитое В.Ф.Травенем, А.В.Манаевым, И.В.Воеводиной и Т.А.Чибисовой [407]. Именно с применением 1,3,2-диоксаборинов стали доступными в препаративном масштабе многие гетарено- и гетарилкумарины.



В.Ф.Травень, А.В.Манаев и Н.А.Кондратова на основе 1,3,2-диоксаборинов и производных 2-бензилиден-2*H*-фуоро[3,2-*c*]кумарин-3-она получили эффективные метки для некоторых белков, обеспечивающие почти 1000-кратный рост флуоресценции при детектировании, в частности, белка BSA [408].

Будучи выпускником кафедры химии и технологии органических красителей, профессор В.Ф.Травень создал и развил новое для кафедры органической химии научное направление – синтез и структурное изучение конденсированных гетаренов для целей фотоники, молекулярной электроники и сенсорной техники. В.Ф.Травень и А.Ю.Бочков получили ряд эффективных фотохромных структур на основе кумаринил(тиенил)этенон, способных к обратимой фотоизомеризации и представляющих интерес для создания средств оптической записи информации и новых сенсорных элементов [409]. На основе борных комплексов 3-ацетил-4-гидроксикумарина и дегидрацетовой кислоты синтезированы новые полиметиновые красители, отличающиеся исключительно высокой интенсивностью поглощения света, флуоресценцией и перспективные в качестве сенсibilizаторов [410]. В.Ф.Травень является автором монографии «Электронная структура и свойства органических молекул» [411] и ее переработанного перевода, изданного в Великобритании [412].

Под руководством В.Ф.Травеня кафедра перешла на преподавание органической химии по классам, а в основу программы были положены современные концепции строения и реакционной способности органических соединений, в том числе с применением молекулярно-орбитальных представлений. Профессор В.Ф.Травень подготовил новые тексты лекций и читал в РХТУ им. Д.И.Менделеева различные учебные дисциплины: «Химия и технология промежуточных продуктов», «Основы квантово-химических расчетов органических молекул», «Органическая химия». В последние годы он подготовил и читает курс «Фундаментальная органическая химия» для студентов ВХК РАН. В.Ф.Травень является автором учебника для вузов «Органическая химия» [413]. В соавторстве с А.Е.Щекотихиным был подготовлен практикум [414], а с Н.А.Пожарской и А.Ю.Сухоруковым –

задачник по органической химии. В настоящее время В.Ф.Травень является Руководителем Высшего химического колледжа Российской академии наук и Научным руководителем исследовательского центра «РХТУ-Сколково».

В 2013 г. кафедру органической химии возглавил д.х.н. профессор РАН **Андрей Егорович Щекотихин**, выпускник РХТУ им. Д.И.Менделеева, ученик профессора Н.Н.Суворова. А.Е.Щекотихин окончил Менделеевский университет в 1993 г. В период 1993–1996 г. обучался в аспирантуре РХТУ им. Д.И.Менделеева на кафедре органической химии, где под руководством Н.Н.Суворова выполнил диссертационную работу по синтезу и исследованию биологических свойств индольных аналогов противоопухолевых антрациклиновых антибиотиков – производных нафтоиндолдионов [415]. В 1998 г. А.Е.Щекотихин защитил в РХТУ им. Д.И.Менделеева кандидатскую диссертацию, после чего продолжил работу на кафедре органической химии Менделеевского университета в должности заведующего лабораторией. В 2001 г. А.Е.Щекотихин по приглашению профессора **М.Н.Преображенской** был принят на работу в Научно-исследовательский институт по изысканию новых антибиотиков им. Г.Ф.Гаузе РАМН (НИИНА), совмещая с научно-преподавательской деятельностью на кафедре органической химии РХТУ.

Основное направление научной работы этого периода было связано с исследованием производных нафтоиндолдионов, а также с синтезом и изучением биологических свойств других гетероциклических производных антрахинона – аналогов 5,12-нафтаценхинона. Так, были разработаны оригинальные схемы превращения ряда производных нафтоиндолдионов, содержащих различные фармакофорные группы, например, в нафтоиндольные аналоги грамина [416], триптофана и триптамина [417]. Основные результаты развития этого научного направления легли в основу докторской диссертации «Синтез, химические свойства и биологическая активность гетероциклических аналогов 5,12-нафтаценхинона» (консультант – профессор М.Н.Преображенская), которую А.Е.Щекотихин защитил в 2009 г.

После защиты докторской диссертации А.Е.Щекотихин продолжил работу на кафедре РХТУ им. Д.И.Менделеева в должности профессора, а в 2013 г. был избран на должность заведующего кафедрой органической химии Менделеевского университета. В 2015 г. он становится заместителем директора НИИНА им. Г.Ф.Гаузе. Им успешно решен ряд сложных задач по установлению строения и изучению механизмов действия, которые неизбежно возникают при исследовании новых биологически активных соединений (например, для производных гетаренантрацендионов, гелиомицина, олигомицина, оливомицина, гликопептидов, хиноксалиндиоксидов). На основе гетаренантрацендионов им разработан оригинальный хемотип противоопухолевых лигандов G-квадруплексов нуклеиновых кислот [418], с помощью которых открыт новый механизм регуляции экспрессии генов, имеющих квадруплексные элементы в промотерных областях [419].

В 2013 г. кафедра органической химии РХТУ перешла на преподавание в рамках двухуровневой системы высшего образования (бакалавриат – магистратура). А.Е.Щекотихиным разработан, или переработан в соответствии с новыми образовательными стандартами ряд курсов учебных дисциплин, преподаваемых в настоящее время студентам и аспирантам РХТУ им. Д.И.Менделеева и НИИНА им. Г.Ф.Гаузе: «Химия углеводородов», «Химия функциональных производных углеводородов», «Методы современного органического синтеза», «Биохимия», «Динамическая биохимия», «Биоорганическая химия».

Практически на протяжении всей почти вековой истории кафедра органической химии РХТУ им. Д.И.Менделеева была тесно объединена системой «генеалогических» и научных связей с ведущими образовательными и исследовательскими университетами России, которые несомненно сыграли ключевую роль в формировании ее научно-педагогической школы. За годы работы кафедра воспитала плеяду выдающихся химиков-органиков, как известных в России, так и признанных за рубежом. И в настоящее время кафедра органической химии РХТУ им. Д.И.Менделеева остается одной из ведущих в Менделеевском университете и среди аналогичных кафедр вузов России.

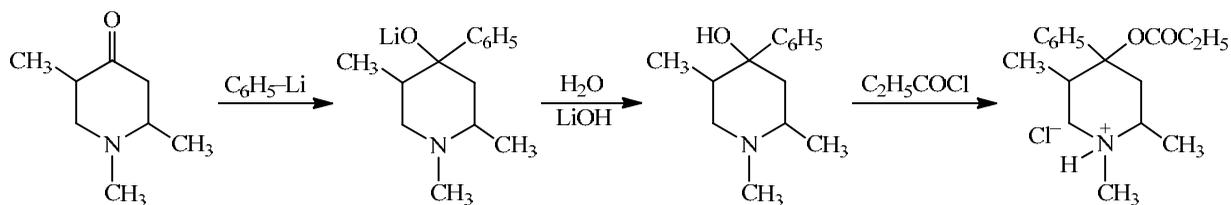
#### 4.5. История кафедры органической химии Российского университета дружбы народов



Кафедра органической химии Российского университета дружбы народов, в то время – Университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, была организована на факультете физико-математических и естественных наук в **1960 г.** Создателем кафедры был ученик академика И.Н.Назарова, заслуженный деятель науки РФ, доктор химических наук, профессор **Николай Сергеевич Простаков.**



Еще будучи аспирантом, Н.С.Простаков совместно с академиками Н.И.Назаровым и М.Ф.Машковским разработал синтез анальгетика *промедола* и внедрил технологию его получения в промышленность. В работе по созданию промедола принимали активное участие доценты Н.М.Михайлова и Н.Н.Михеева. Этот препарат до сих пор активно используется в медицинской практике. В настоящее время промедол производится в Индии фармацевтической компанией «Русанфарма», которой руководит ученик профессоров Н.С.Простакова и А.В.Варламова, кандидат химических наук **Навин Саксена** (Индия) [420, 421].



Синтез промедола.



Профессор Н.С.Простаков заведовал кафедрой 29 лет, в 1989 г. его сменил ученик и последователь – профессор **Алексей Васильевич Варламов**, заслуженный деятель высшей школы РФ. А.В.Варламов является одним из создателей школы химиков-гетероциклических соединений РУДН. Алексей Васильевич руководил кафедрой 27 лет. Под его руководством кафедра продолжила активно развиваться. За это время было защищено более 100 диссертаций на звание кандидата химических наук.



С 2016 г. кафедру возглавляет ученик А.В.Варламова профессор **Леонид Геннадьевич Воскресенский** – выпускник кафедры органической химии РУДН, доктор химических наук, член международного общества гетероциклических соединений, профессор РАН, заместитель главного редактора журнала «Химия гетероциклических соединений», приглашенный лектор университетов Гента, Бари и Кардиффа.

Кафедра органической химии является выпускающей, она готовит химиков-синтетиков, специализирующихся в области химии гетероциклических соединений. Аспирантуру кафедры за весь период ее существования закончили 120 человек, из них 46 аспирантов из стран Африки, Азии и Латинской Америки. Больше всего было подготовлено кандидатов химических наук для Индии. Первые защиты кандидатских диссертаций состоялись на кафедре в 1965 г. Первыми кандидатами наук по химии стали **Л.А.Гайворонская**, которая долгое время была одним из ведущих преподавателей на кафедре, и **Мани Пхальгумани** (Индия), ставшая директором текстильного института в Дели.

На кафедре подготовлено 5 докторов химических наук: Анатолий Тимофеевич Солдатенков (1984 г.), Алексей Васильевич Варламов (1985 г.), Валентин Петрович Зволинский (1994 г.), Владимир Валентинович Кузнецов (1994 г.) и Леонид Геннадьевич Воскресенский (2009 г.), который ныне является деканом факультета физико-математических и естественных наук РУДН.

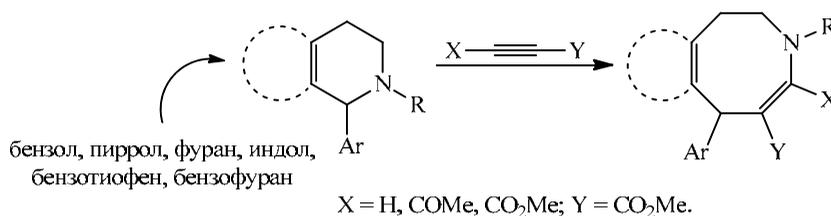
В начальный период существования кафедры ее научная работа была связана с созданием метода синтеза пиридинов из  $\gamma$ -пиперидолов – каталитического дегидрирования и N-деметилирования на дегидрирующем катализаторе марки К. Первым пиридином, полученным этим методом, был 2,5-диметил-4-фенилпиридин [422, 423]. Позже было установлено, что этот пиридин на том же катализаторе, но при более высокой температуре превращается в 3-метил-2-азафлуорен – первый известный трехчленный конденсированный азагетероцикл. Сотрудниками кафедры (доценты С.А.Солдатова, В.Г.Плешаков, В.П.Шалимов, А.П.Крапивко, старший преподаватель О.И.Сорокин, научные сотрудники Б.Н.Анисимов, А.А.Обычный) разработаны новые методы синтеза азафлуоренов «заданного строения». Для синтеза производных 4-азафлуорена был использован 3-метил-2-фенилпиридин (профессор А.В.Варламов). Для синтеза производных 3-азафлуорена и 1-азафлуорена профессором А.Т.Солдатенковым был разработан метод дегидроциклизации 3-метил-4-фенилпиридина и 1-метил-2-фенилпиридина на промышленном кальций-фосфатном катализаторе [424–426].

На кафедре органической химии был синтезирован алкалоид онихин, который является производным 4-азафлуорена, за несколько лет до того, как он был открыт в природе. Используя в реакции каталитической

дегидроциклизации 4-бензил- и 4-трифенил (диметилфенил-, дифенилметил)силилпиридины были получены бензо[*a*]изохинолины (доцент Л.М.Кириллова) и дигидро-10-сила-2-азаантрацены (профессор А.В.Варламов). Сотрудники и аспиранты кафедры выполнили основополагающие работы по изучению химических трансформаций указанных гетероциклических систем.

Впервые была изучена химия силаазаантраценов и получены их различные производные как по метиленовой группе, так и по пиридиновому кольцу – бензопиридосилаазепины, дигидросиланафтоиндолизины, дигидросилаазаантрацены [427–429].

На примере оксима 1,2,5-триметилпиперидин-4-она впервые для азасистем была изучена реакция Трофимова. Кроме ожидаемых тетрагидропирроло[3,2-*c*]пиридинов впервые были выделены пирролопиримидины и обнаружена скелетная перегруппировка. Изучение трансформаций тетрагидропирроло[3,2-*c*]пиридинов позволило открыть новую реакцию расширения на два атома углерода конденсированных тетрагидропиридинов и азепинов с третичным атомом азота под действием активированных алкинов (профессора А.В.Варламов, Л.Г.Воскресенский, доцент Т.Н.Борисова, доцент Е.А.Сорокина, старшие преподаватели Л.Н.Куликова, А.В.Листратова, А.А.Титов) На протяжении 10 лет этим методом были синтезированы многочисленные азоцины, конденсированные с пиррольным, тиофеновым, пиридиновым, индольным, бензотиофеновым, бензофурановым, пиримидиновым и бензольными кольцами. Изучение закономерностей протекания этой реакции на других [*c*]конденсированных азотсодержащих системах по-прежнему является предметом исследований кафедры [430–432].



Синтез конденсированных азоцинов.

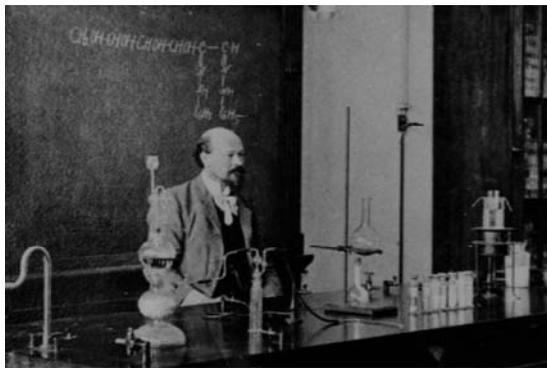
В последнее время на кафедре разрабатываются новые методы синтеза 3,4-дигидропирроло[2,1-*a*]изохинолинов с помощью домино-реакций 1-ароилзамещенных 3,4-дигидроизохинолинов с активированными алкенами и алкинами (доцент Т.Н.Борисова). Несколько интересных и перспективных направлений исследований связано с синтезом спироаннелированных азагетероциклов и конденсированных эпоксииндолов (профессор В.В.Кузнецов, доцент Ф.И.Зубков). Фурфурилаллиламины и гетероциклы с фурфурильным фрагментом в  $\alpha$ -положении к атому азота в тандемных реакциях с ангидридами и галогенангидридами  $\alpha,\beta$ -непредельных кислот послужили основой для получения фуруиндолов и их конденсированных с азотистыми гетероциклами производных (доценты Ф.И.Зубков и В.П.Зайцев) [433–437].

Новыми направлениями научной работы кафедры являются домино-реакции четвертичных солей и многокомпонентный синтез и получение на их основе конденсированных хроменоимидазолов, хроменоизохинолинов (профессор Л.Г.Воскресенский, ст. преподаватели А.А.Феста и Н.Е.Голанцов) [438, 439].

Начиная с 2012 г., раз в 2 года кафедра организует всероссийские научные конференции с международным участием «Успехи синтеза и комплексообразования». В 2017 г. конференция изменила свой статус и стала международной. В работе конференции «**Advances in synthesis and complexing**» приняли участие более 300 химиков из 15 стран мира. Конференции 2012 и 2017 г. были посвящены 95- и 100-летию со дня рождения профессора Н.С.Простакова. В работе конференций принимали участие такие ведущие химики-гетероциклисты мирового уровня, как профессора К.Алтомаре (Италия), А.Малков (Великобритания), Т.Мюллер (Германия), В.Геворгян (США), Л.Титце (Германия).

## 5. Кафедра биотехнологии и органической химии Национального исследовательского Томского политехнического университета

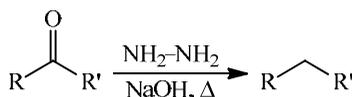
Кафедра биотехнологии и органической химии – одна из старейших кафедр Томского политехнического университета (ТПУ). Свое современное название она получила в 2011 г., став преемницей объединенных в 1979 г. кафедр органической химии и технологии органического синтеза. Кафедра органической химии Томского технологического института (ТТИ) основана в 1901 г. Она стала первым научно-образовательным центром в области органической химии на огромной территории России от Урала до Дальнего Востока. Организовал и



Н.М.Кижнер читает лекцию в малой химической аудитории II корпуса ТПУ.

возглавил кафедру ученик выдающегося русского химика-органика В.В.Марковникова, профессор **Николай Матвеевич Кижнер** [440]. Главным научным направлением с момента основания кафедры стал тонкий органический синтез. В стенах первоклассной по тому времени лаборатории Н.М.Кижнер сделал несколько крупнейших открытий, в том числе были открыты две новые реакции, впоследствии названные его именем и вошедшие во все учебники органической химии. Это **реакция Кижнера** (синтез циклопропанов при термическом разложении пиразолиновых оснований) и реакция **Кижнера–Вольфа** (восстановление карбонильной группы альдегидов и кетонов в метиленовую группу нагреванием их гидразонов в присутствии сильных оснований, см. также раздел 4.1).

Профессор Н.М.Кижнер заведовал кафедрой с 1901 по 1913 г.



Реакция Кижнера–Вольфа.



В лаборатории Н.М.Кижнера с 1904 по 1912 г. работал выдающийся российский химик **Николай Николаевич Ворожцов**, тогда еще старший лаборант. Он считается одним из основателей отечественной школы химии красителей и является автором многократно переиздаваемой монографии «Основы синтеза промежуточных продуктов и красителей».

Профессор Н.Н.Ворожцов – лауреат Сталинской премии.

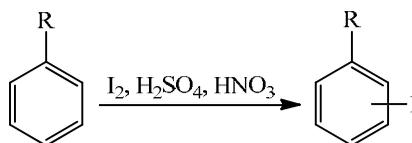


С 1913 по 1924 г. кафедру возглавлял ученик Д.И.Менделеева, Заслуженный деятель науки и техники, профессор **Яков Иванович Михайленко**. Он одним из первых в России разработал курс лекций и учебник органической химии на основе электронных представлений. В годы Первой мировой войны им было организовано в Сибири несколько военно-химических производств. Он дважды избирался деканом химического отделения и длительное время выполнял обязанности ректора ТТИ.



С 1924 по 1960 г. кафедрой заведовал один из основателей Сибирской школы химиков-органиков, выдающийся ученый, профессор, заслуженный деятель науки СССР **Борис Владимирович Тронов**. За этот период на кафедре было подготовлено более 30 докторов и кандидатов наук (Л.П.Кулев, А.Н.Новиков, Л.А.Першина, Е.Б.Меркушев и др.). Работы по определению скорости окисления органических соединений, начиная с середины 30-х годов прошлого века, принимают целенаправленный характер; в частности, была разработана теория окисления каменных углей и выяснены причины их самовозгорания. Данные этих исследований во время Великой Отечественной войны были положены в основу промышленного метода получения заменителей нефтепродуктов. В этот же период другим направлением исследований Б.В.Тронова стала химия органических комплексов и изучение механизмов органических реакций.

В начале 50-х годов Б.В.Троновым и его учеником А.Н.Новиковым был открыт простой и удобный метод синтеза ароматических иодпроизводных, получивший название **метода Тронова–Новикова** [441]. В последующие годы на кафедре разработан и ряд других реагентов эффективного электрофильного иодирования аренов и некоторых гетероциклов, например, 2,4,6,8-тетраидодгликолурил [442] и  $\text{Alk}_4\text{N}^+\text{ICl}_2^-$  [443].



Реакция Тронова–Новикова.



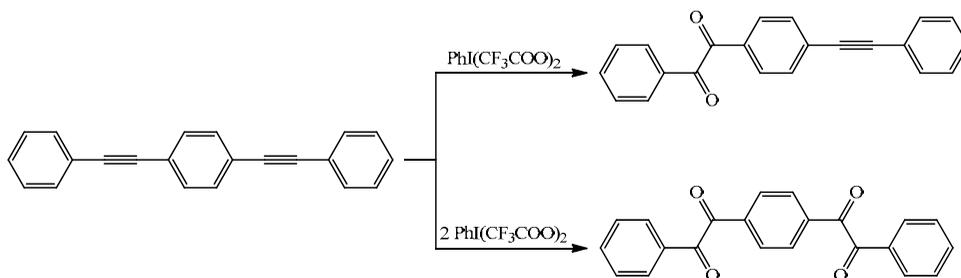
В 1960 г., после отъезда Б.В.Тронова из Томска кафедру возглавил и руководил ею до 1984 г. его ученик, профессор **Автономий Николаевич Новиков**.



Другой выдающийся ученик Б.В.Тронова – профессор, лауреат Государственной премии **Леонид Петрович Кулев**, в 1943 г. организовал в Томском университете новую кафедру технологии каучука и резины, впоследствии преобразованную в кафедру технологии органического синтеза. Будучи разносторонним и талантливым ученым, Л.П.Кулев создал в институте новые научные направления по химии и технологии биологически активных соединений, химии красителей, коксохимии, химии полимеров. Два последних направления выделились в кафедру технологии основного органического синтеза. Л.П.Кулев заведовал кафедрой технологии органического синтеза с 1943 по 1962 г.

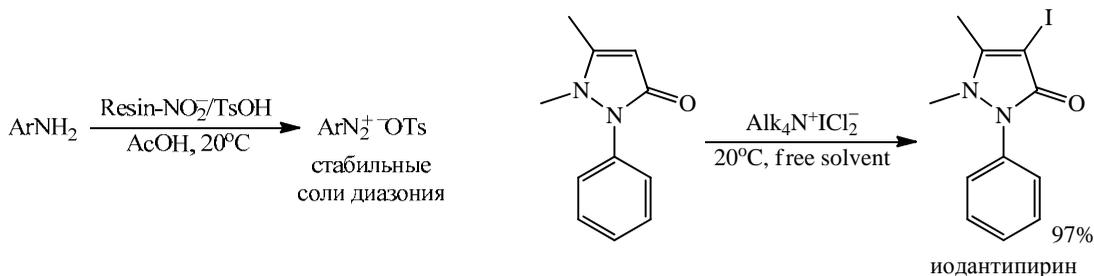
В этот период на кафедре вначале велись исследования оборонного значения, касающиеся идентификации и дегазации боевых отравляющих веществ, а затем активные и успешные работы по синтезу новых лекарственных веществ. Л.П.Кулевым совместно с сотрудниками созданы эффективные отечественные препараты для лечения эпилепсии бензонал и бензобамил. В 1962 г. после смерти Л.П.Кулева кафедру возглавил его ученик, доцент **Алексей Григорьевич Печенкин**.

В 1979 г. обе кафедры (органической химии и технологии органического синтеза) были объединены. Заведующим объединенной кафедрой Органической химии и технологии органического синтеза стал профессор А.Н.Новиков. Основной тематикой научных исследований стал синтез и изучение иодсодержащих ароматических соединений. Его ученик, профессор Е.Б.Меркушев – один из пионеров в исследовании органических соединений поливалентного иода. В частности, им разработан удобный метод синтеза арилиодозокарбоксилатов, впервые показано, что фенилиодозотрифторацетат в растворе кипящего хлороформа или четыреххлористого углерода может селективно окислять ацетиленовые связи до 1,2-дикарбонильной функции [444]. В последующем на кафедре открыты также реакции окисления двойных и тройных связей непредельных соединений до 1,2-дикетонов под действием ДМСО в присутствии  $\text{NBr}$ ,  $\text{I}_2$  или  $\text{PdCl}_2$  [445].



С 1984 по 2014 г. кафедру органической химии и технологии органического синтеза возглавлял заслуженный химик РФ, заслуженный работник высшей школы, д.х.н., профессор **Виктор Дмитриевич Филимонов**, автор более 350 научных работ, монографии «Химия мономеров на основе карбазола»; под его руководством на кафедре было защищено более 20 кандидатских и 5 докторских диссертаций. В этот период продолжали развиваться как исторически сложившиеся научные направления кафедры, так и новые: методы и реагенты [446], в том числе для «зеленой химии» [447], исследование механизмов и реакционной способности с использованием теоретических квантово-химических методов [448], разработка новых лекарственных пре-

паратов и материалов медицинского назначения. В.Д.Филимонов был одним из организаторов диссертационного совета по защите кандидатских и докторских диссертаций по специальностям «Органическая химия» и «Аналитическая химия». В настоящее время В.Д.Филимонов – профессор кафедры Биотехнологии и органической химии.



С 2014 г. по настоящее время кафедрой Биотехнологии и органической химии руководит д.х.н. **Елена Александровна Краснокутская**, выпускница кафедры, ученица В.Д.Филимонова.

Более 60 лет (с 1949 г.) кафедра осуществляет подготовку инженерных кадров для фармацевтической отрасли: химиков-технологов и биотехнологов. За эти годы подготовлено свыше 2000 специалистов. В настоящее время на кафедре ведется подготовка инженерных кадров по образовательным программам: «Биотехнология» (бакалавриат, магистратура), «Химия и технология биологически активных веществ» (магистратура), «Органическая химия» (аспирантура, докторантура). Образовательная программа «Биотехнология» (бакалавриат) в 2015 г. аккредитована Ассоциацией инженерного образования России и EUR-ACE Framework Standarts for the Accreditation of Engineering Programmes. На кафедре обучались и проходили стажировки студенты и аспиранты из Германии, Франции, Чехии, Китая, Вьетнама. На кафедре реализуются программы повышения квалификации и переподготовки для сотрудников фармпредприятий по направлениям «Биотехнология», «Химия и технология биологически активных веществ», в том числе в рамках Президентской программы «Повышение квалификации инженерно-технических кадров» (2014, 2014, 2016 г.).

Сегодняшний коллектив кафедры – это 7 докторов наук (Е.А.Краснокутская, И.В.Мильто, А.С.Потапов, В.Ю.Серебров, М.Е.Трусова, В.Д.Филимонов, А.И.Хлебников) и 9 кандидатов наук. Кафедра подготовила более 25 докторов наук и более 100 кандидатов наук.

## 6. Кафедра органической химии Пермского государственного университета

В 1916 г. было открыто **Пермское отделение Императорского Петроградского университета**. Университет в Перми, положивший начало высшему образованию на Урале, начал свою деятельность 1 (14) октября 1916 г. В первый год в университете было создано 32 кафедры, в том числе **кафедра химии**. В 1917 г. Пермское отделение Петроградского университета было преобразовано в **Пермский университет** в составе четырех факультетов: историко-филологического, физико-математического, юридического и медицинского [449].



В январе 1918 г. приехавший из Петрограда **Юлий Сигизмундович Залькинд** создал **кафедру органической химии**. В штате кафедры было всего 2 человека – Ю.С.Залькинд и приехавший с ним ассистент Г.А.Арбузов. 23 февраля 1918 г. Ю.С.Залькинд прочитал студентам вступительную лекцию на тему «Современные проблемы органической химии». В дальнейшем он читал лекции, а семинарские занятия вел **Г.А.Арбузов**. Началось постепенное обустройство и оборудование кафедры органической химии, для чего были использованы ресурсы местных аптек, аптекарских магазинов, различных пермских лабораторий. Кроме этого, сотрудники кафедры выезжали в Москву, Петроград и другие города страны для закупки различного оборудования, реактивов и посуды. По предложению университетской комиссии Юлий Сигизмундович начал работу по подготовке к изданию курса своих лекций по органической химии, однако в связи с гражданской войной его книга «Лекции по органической химии. Ч.1. Органические соединения с открытой цепью» вышла в свет только осенью 1920 г.

С июля 1919 по сентябрь 1920 г. кафедра, как и весь университет, не работала в связи с эвакуацией в Томск по приказу Колчака. После возвращения университета в Пермь кафедра органической химии оказалась в очень

трудном положении. В период эвакуации практически всё оборудование и другие материальные ценности были потеряны, и восстанавливать работу кафедры приходилось буквально с нуля [450].

В декабре 1920 г. на кафедру была принята **Татьяна Ивановна Темникова**, тогда еще студентка химического отделения физико-математического факультета. На неё легла основная нагрузка по материально-техническому обеспечению кафедры. Кроме этого, Татьяна Ивановна руководила практическими работами студентов. Несмотря на малочисленный состав (всего три человека) и большую учебную нагрузку по обучению студентов четырех факультетов, на кафедре шла и научная работа, в частности, Г.А.Арбузов занимался изучением химических свойств гликолей ацетиленового ряда. К этим исследованиям он привлек и Т.И.Темникову, которая изучала действие едкого кали на  $\gamma$ -гликоли ацетиленового ряда.

В начале 1921 г. Ю.С.Залькинд покинул Пермский университет в связи с избранием профессором Петроградского II политехнического института. Впоследствии он работал заведующим кафедрой органической химии РГПУ им. А.И.Герцена (1929–1948 г.), с 1934 г. также заведовал кафедрой органической химии Ленинградского технологического института, был редактором «Журнала общей химии», автором ряда статей и учебников.



Кафедру органической химии возглавил Г.А.Арбузов. Однако и он в августе 1922 г. переехал в Москву. Заведование кафедрой по совместительству было передано профессору Д.В.Алексееву. Наконец, в мае 1923 г. кафедру по совместительству возглавил профессор **А.И.Лушняк**. Во время работы в Перми Андрей Иванович был деканом сельскохозяйственного и лесного (1918–1919 г.), физико-математического (1920–1921 г.), медицинского (1921–1922 г.) факультетов, заведующим научно-учебной частью (1922–1924 г.). Несмотря на короткий период руководства кафедрой органической химии, А.И.Лушняк добился проведения ремонта и оснащения оборудованием лаборатории органической химии, выписал из-за границы оборудование и посуду. В 1924 г. А.И.Лушняк переехал в Казань, где стал профессором, а затем ректором Казанского университета.



Здания Пермского университета. Слева здание химического корпуса. Конец 1910-х годов.



В условиях частой смены руководителей кафедры (к 1928 г. сменилось 6 заведующих кафедрой, большинство из которых являлись совместителями) полноценная научная работа и формирование единого научного направления не представлялись возможными. Кроме того, учебная нагрузка кафедры в этот период достигла больших размеров, так как в её обязанности входило преподавание органической химии на всех факультетах ПГУ. Положение на кафедре начало постепенно стабилизироваться лишь в 1928 г., когда кафедру возглавил профессор Казанского университета **Дмитрий Мильтиадович Марко**.

Сразу же по приезду в Пермь Дмитрий Мильтиадович развернул активную работу по организации и оборудованию лаборатории органической химии. В частности, он приобрел новое лабораторное оборудование, в основном импортное. Появились ценные оптические приборы, электропечи для элементного анализа, вакуум-насосы и др. Весной 1929 г. Д.М.Марко произвел первые исследования обнаруженной близ Перми Верхне-Чусовской нефти. При лаборатории органической химии он организовал **нефтяное отделение**, в задачу которого входило обслуживание уральской нефтеразведки. С именем Д.М.Марко в Пермском университете связано,

прежде всего, значительное улучшение учебной работы на кафедре органической химии. Благодаря ему был расширен общий курс органической химии, а также введены новые курсы: «Теоретические основы органической химии», «Сtereoхимия», «Методы определения структуры органических соединений», «Органический анализ», «Химическая технология органических производств». На кафедре начала возрождаться научно-исследовательская работа.

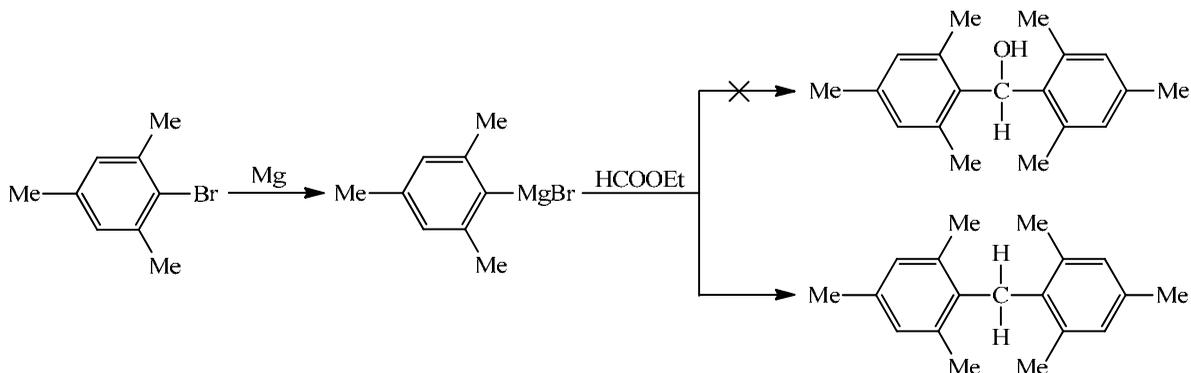
В связи с бурным развитием на Урале химической промышленности в 1929 г. было принято решение преобразовать химико-фармацевтическое отделение медицинского факультета ПГУ в **химический факультет**. Первым деканом химфака стал Николай Иванович Кромер. Профессорско-преподавательский состав в 1929 г. состоял из двух профессоров, одного доцента, одного старшего ассистента, четырех младших ассистентов. Проходило обучение пяти аспирантов. Активное участие в работе кафедры в этот период принимала ассистент кафедры, впоследствии известный советский химик-органик **Татьяна Ивановна Темникова** (см. также раздел 3). В декабре 1931 г. она покинула университет, уехав в Ленинград. Впоследствии Татьяна Ивановна стала заведующим кафедрой строения органических соединений ЛГУ, организатором первой в стране кафедры физической органической химии, автором учебника «Курс теоретических основ органической химии» и ряда других книг.

Летом 1930 г. лаборатория органической химии вместе с другими химическими лабораториями химического факультета была передана соответствующей кафедре Пермского химико-технологического института (ПХТИ), а незначительная часть имущества – образованному педагогическому институту. 1 июня 1930 г. профессор Д.М.Марко в порядке перевода был зачислен на должность заведующего кафедрой органической химии ПХТИ.



Первым деканом возрожденного в 1933 г. химического факультета стал выпускник Казанского университета, приехавший в Пермь из г. Грозный в 1930 г., **Иван Иванович Лапкин**. Научные исследования кафедры в начале 1930-х годов главным образом были связаны с изучением уральских нефтей. Однако дальнейшего развития данная тематика на кафедре не получила.

Наиболее актуальными темами научных исследований, выполненных на кафедре в середине 1930-х годов, были изучение вторичных и третичных спиртов ароматического ряда и группы фурана, получение и изучение строения нафтеновых кислот, изучение реакций иодирования ароматических соединений, исследование эфирных масел, исследование бурых углей Коми-Пермяцкого округа, изучались методы улучшения качества бензинов. Начиная со второй половины 1930-х годов, на кафедре предпринимались попытки найти новое научное направление, которое бы объединило усилия всего коллектива и определило научное лицо кафедры. В 1940 г. в «Журнале общей химии» вышла статья И.И.Лапкина в соавторстве с выпускниками химфака В.С.Шкляевым (впоследствии доктор химических наук, профессор, ректор Пермского фармацевтического института, заведующий лабораторией института технической химии УрО РАН) и Т.И.Шкляевой, посвященная исследованию магнийорганических соединений, в частности, стерическим эффектам в реакциях с участием реактива Гриньяра. Было показано, что в результате реакции мезитилмагнийбромида с этилформиатом образуется не ожидаемый димезитилкарбинол, а димезитилметан. Эта публикация и положила начало новому научному направлению кафедры: исследованиям в области химии элементоорганических соединений.



Численность приема студентов на химический факультет после войны увеличилась, к учебному процессу стали привлекать преподавателей других вузов Перми. В частности, на кафедру пришел профессор Николай Семенович Козлов, впоследствии академик Академии наук БССР, директор Института физико-органической химии АН БССР (1967–1972 г.), заведующий лабораторией органического катализа Института физико-органической

химии АН БССР (с 1973 г.). Николай Семенович был автором 7 монографий, 810 научных статей, 200 авторских свидетельств на изобретение новых методов синтеза органических соединений, методов приготовления высокоэффективных катализаторов риформинга, биологически активных соединений, руководителем 54 докторских и кандидатских диссертаций [451].

В послевоенные годы окончательно определилась и научная тематика кафедры – химия элементоорганических соединений. Под руководством И.И.Лапкина в этом направлении начали работать Л.В.Любимова, А.И.Головкова и О.М.Лапкина. По результатам проведенных исследований И.И.Лапкин в 1948 г. защитил в Казанском университете докторскую диссертацию на тему «Пространственные торможения при магниорганических реакциях». В 1951 г. Д.М.Марко после ухода на пенсию передал И.И.Лапкину заведование кафедрой органической химии.

В 1950-х годах работа кафедры развивалась по нескольким направлениям. Многое было достигнуто в синтезе сложных эфиров, благодаря чему труднодоступные вещества стали легкодоступными. Был разработан способ регулирования металлоорганических реакций путем прибавления третьего компонента. Изучена взаимосвязь «геометрии» и химической активности: показано, что в определенных реакциях менее активные группы легче включаются в реакцию благодаря их меньшему молекулярному объему.

В середине 1950-х годов под руководством И.И.Лапкина на кафедре началось изучение химии галогеналкоголятов. Объектами исследования был поиск ответа на два вопроса – термическая устойчивость галогенметаллалкоголятов и характер их химических превращений. Знание форм термического и химического поведения этих соединений позволяло предвидеть течение реакций в тех или иных условиях, и главное, – регулировать их.

В 1958 г. при кафедре была открыта аспирантура. С начала 1960-х годов начались исследования в области кремнийорганических соединений, а затем оловоорганических соединений. В этот период активно изучалась также химия простых и сложных эфиров. Начиная с 1965 г. систематически разрабатывались синтезы с участием цинкорганических соединений, продолжались исследования, начатые учеными Казанской химической школы. В частности, были открыты новые классы цинкорганических соединений – галогенцинкакетоны.

Иван Иванович Лапкин более 60 лет (1930–1993 г.) проработал в Пермском государственном университете. В течение 9 лет он был проректором по научной работе (1958–1967 г.), 13 лет (1933–1936 г. и 1948–1958 г.) возглавлял химфак, в течение 40 лет (1951–1991 г.) заведовал кафедрой органической химии. Под его руководством было защищено 3 докторских и 50 кандидатских диссертаций. Он является автором и соавтором около 500 статей, двух монографий и более двухсот авторских свидетельств на изобретения.



Преподавательский состав кафедры органической химии. Середина 1960-х годов. Стоят (слева направо): З.Д.Белых, Н.В.Богословский, И.С.Рогожникова, В.А.Думлер, Ю.В.Ионов, Г.А.Южакова, Е.В.Дормидонтова, Н.Е.Ефстафеева. Сидят (слева направо): Л.Д.Орлова, Р.Г.Мухина, И.С.Бердинский, И.И.Лапкин, В.П.Живописцев, М.Н.Рыбакова, М.И.Беланович.

Заметный след в истории кафедры органической химии Пермского университета оставил выпускник факультета 1941 г. **Иван Сергеевич Бердинский**. В апреле 1970 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Арилгидразиды дизамещенных гликолевых кислот», после чего в период с 1970 по 1972 г. работал профессором кафедры органической химии ПГУ. В 1973 г. И.С.Бердинский возглавил и до 1987 г. руководил созданной им **кафедрой химии природных и биологически активных соединений**. Для этого он составил новые учебные

программы, разработал новые лекционные курсы, модернизировал студенческие практикумы. За время работы И.С.Бердинского на химфаке он подготовил 16 кандидатов химических наук, среди которых Я.М.Виленик, Н.Н.Мачуленко, О.П.Пилипенко, Н.А.Асанова, Л.Н.Краснова, Е.Ю.Посягина, Л.С.Никулина, Г.С.Посягин и др. Он является автором 241 статьи, 62 авторских свидетельств СССР, монографии «Фармакология и химия производных гидразина» (1976 г., совместно с В.Э.Коллой).



В 1991 г. произошло объединение кафедр органической химии и кафедры химии природных и биологически активных соединений. Возглавил объединенную кафедру доктор химических наук, профессор **Юрий Сергеевич Андрейчиков**. В 1986 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Синтез и химические превращения 5-арил-2,3-дигидро-2,3-фурандионов».

С приходом Ю.С.Андрейчикова на кафедре возникло новое научное направление: химия пятичленных диоксогетероциклов. По данной тематике продолжили работу С.Н.Шуров, Д.Д.Некрасов, В.В.Залесов, А.Н.Масливец [452]. Ю.С.Андрейчиков являлся создателем и признанным лидером школы химиков-гетероциклистов на Западном Урале, соавтором монографии «Химия пятичленных 2,3-диоксогетероциклов» (1994 г.). Среди его учеников 47 кандидатов химических или фармацевтических наук, 11 докторов химических наук (А.Н.Масливец, В.В.Залесов, Д.Д.Некрасов, С.Н.Шуров, И.В.Машевская и др.).

В 1990-е годы на кафедре были разработаны новые спецкурсы: «Химия гетероциклических соединений», «Современные проблемы органической химии» (Ю.С.Андрейчиков), «Квантово-химические методы расчета органических молекул» (С.Н.Шуров), «Химия пятичленных диоксогетероциклов» (А.Н.Масливец). Кроме того, развитием традиционного научного направления кафедры (химия элементоорганических соединений) продолжили заниматься доценты Ю.П.Дормидонтов и В.В.Щепин, старший преподаватель Н.Ф.Кириллов.

В 1993 г. факультет перешел на двухуровневую систему обучения студентов. Для открытой на кафедре магистратуры были разработаны спецкурсы «Растворители и эффекты среды в органической химии», «Квантово-химические методы расчета молекул гетероциклических и элементоорганических соединений», «Квантово-химическое моделирование органических реакций», «Основы компьютерной химии» (С.Н.Шуров), «Химия поликарбонильных соединений», «Методология синтеза сложных биологически активных соединений» (А.Н.Масливец).

В феврале 1998 г. после смерти Ю.С.Андрейчикова кафедру органической химии возглавил профессор **В.В.Щепин**. Областью научных интересов Василия Виктровича был синтез органических соединений с использованием цинк-, магний- и кремнийорганических интермедиатов [463].

В 2001 г. на факультете вновь была организована **кафедра природных и биологически активных соединений** в связи с приездом в Пермь члена-корреспондента РАН **А.Г.Толстикова**, возглавившего также Институт технической химии.



В 2007 г. заведующим кафедрой органической химии был избран ученик Ю.С.Андрейчикова **С.Н.Шуров**. В 2003 г. он защитил докторскую диссертацию «Исследование взаимодействия 5-замещенных 2,3-дигидро-2,3-фурандионов с соединениями, содержащими активированные связи C=X». В 2006 г. докторскую диссертацию защитила **И.В.Машевская**, которая с 2007 г. стала профессором кафедры органической химии, а с 2013 г. возглавила химический факультет Пермского государственного национального исследовательского университета [454].



С июня 2017 г. кафедру органической химии возглавил профессор **А.Н.Масливец**. Его научные интересы – исследование методов синтеза ациклических и гетероциклических соединений на основе диоксогетероциклов и поликарбонильных соединений, химия ацилгетерокумуленов, реакции де- и рециклизации, циклоприсоединения. А.Н.Масливец является самым цитируемым ученым ПГНИУ. В настоящее время на кафедре органической химии Пермского государственного национального исследовательского университета работают 6 докторов наук (А.Н.Масливец, И.В.Машевская, С.Н.Шуров, Г.Г.Абашев, Н.Е.Щепина, Ю.В.Шкляев) и 6 кандидатов наук. Исследования сотрудников кафедры развиваются по следующим направлениям:

- развитие методов направленного синтеза сложных биологически активных молекул на основе превращений диоксогетероциклов и поликарбонильных соединений (А.Н.Масливец, И.В.Машевская, С.Н.Шуров);

- развитие методов направленного синтеза сложных ациклических и гетероциклических молекул на основе реакций Реформатского (Н.Ф.Кириллов, Е.А.Никифорова);
- развитие методов построения функционализированных полимеров и мономеров, в том числе обладающих сверхпроводящими свойствами (Г.Г.Абашев, Е.В.Шкляева);
- исследование строения и реакционной способности органических соединений методами квантовой химии (С.Н.Шуров, А.Н.Васянин).

В январе 2018 г. кафедра органической химии Пермского государственного национального исследовательского университета будет отмечать свой 100-летний юбилей.

## 7. История органической химии в г. Иваново

### 7.1. Органическая химия в г. Иваново в период до 1930 г.

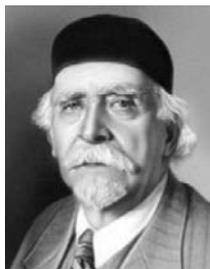
Впервые вузовский курс органической химии был прочитан в 1918/19 учебном году в Иваново-Вознесенском Политехническом институте (ИВПИ) выдающимся русским химиком, академиком **Владимиром Николаевичем Ипатьевым** (1867–1952 г.), которому помогал **Иван Иванович Заславский** (1889–1973 г.). В чтении курса также принимал участие академик **Н.Д.Зелинский**.



В.Н.Ипатьев



И.И.Заславский



Н.Д.Зелинский

ИВПИ был первым вузом, организованным в Советской России (декрет Совнаркома подписал В.И.Ленин 10.08.1918 г.). Он был в значительной степени создан на базе Рижского политехнического института (РПИ), эвакуированного в годы Первой мировой войны в Москву, где в аудиториях и лабораториях различных вузов осуществлялся учебный процесс. После Брест-Литовского мира Германия потребовала возвратить РПИ со всем имуществом в Ригу, однако основная масса сту-

дентов и часть профессуры отказались от переезда. В результате по инициативе бывшего депутата Иваново-Вознесенской думы, юриста, выпускника МГУ Ивана Ивановича Власова (1880–1943 г.) было принято предложение Михаила Васильевича Фрунзе (1885–1925 г.) – первого губернатора только что созданной Иваново-Вознесенской губернии – о переезде РПИ в Иваново.



С момента подписания декрета до начала занятий (22.10.1918 г.) прошло чуть более 70 дней! (подробнее об организации ИВПИ см. [455]). Первым ректором ИВПИ стал **Михаил Николаевич Берлов** (1867–1935 г.).

РПИ был построен по типу высших технических училищ Германии и Швейцарии, целью которых был выпуск специалистов, способных решать повседневные инженерные задачи. Поэтому прикладному аспекту научных исследований в РПИ уделялось большое внимание. Опыт РПИ (частного вуза (!): доля государства в финансировании не превышала 25%) был использован Министерством Просвещения империи для создания Политехнических институтов в Томске (1896 г.), Киеве и Варшаве (1898 г.), Петербурге (1899 г.) и Новочеркасске (1907 г.).

Среди химиков, работавших в РПИ, особо необходимо выделить **Вильгельма Фридриха Оствальда** (1853–1932 г.) (Нобелевский лауреат 1909 г. за работы в области катализа), основателя известной школы физической органической химии. В число учеников В.Оствальда, правда, уже в Лейпциге, входил и уже упоминавшийся выше Н.Д.Зелинский.



К моменту эвакуации РПИ в Москву его ректором был выдающийся химик, академик **Пауль (Павел Иванович) Вальден** (1863–1957 г.), который внес свой значимый вклад в органическую химию (**Вальденовское обращение**). Вальден дважды номинировался на Нобелевскую премию (в 1913 и 1914 г.); он заведовал лабораторией физической химии Академии Наук, основанной еще в 1748 г. М.В.Ломоносовым.

Учеником П.И.Вальдена был Иван Иванович Заславский (1889–1973 г.), выпускник РПИ (в 1916 г. получил диплом с отличием), которому и довелось в 1918/19 учебном году помогать академику В.И.Ипатьеву читать курс органической химии. Лабораторные работы проводил

старший ассистент кафедры технической и органической химии Михаил Иванович Сладков, который впоследствии стал первым заведующим кафедрой органической химии ИВПИ.

Пользуясь географической близостью от Москвы, ректорат ИВПИ и власти Иваново-Вознесенска организовали чтение лекций выдающихся ученых простым, но весьма эффективным способом: между городами курсировал «профессорский» мягкий вагон, в котором лекторы и жили во время работы в ИВПИ.

Таким был старт развития органической химии в Иваново-Вознесенске. В 1929–1930 г. ИВПИ разделился на 4 самостоятельных вуза. На базе Химического факультета ИВПИ был образован **Ивановский химико-технологический институт (ИХТИ)** (впоследствии академия, а ныне **Ивановский государственный химико-технологический университет**).

## 7.2. История органической химии в Ивановском государственном химико-технологическом университете (ИГХТУ)

Кафедра органической химии ИГХТУ – ровесница ИВПИ. До 1930 г. кафедра размещалась на первом этаже так называемого «Куваевского корпуса», где имела четыре комнаты общей площадью 180 м<sup>2</sup>, включая препаративную, студенческую лабораторию на 16 рабочих мест и два кабинета. В те годы лаборатория не имела ни вытяжной вентиляции, ни газа. Студенты работали на примусах (преимущественно собственных). Тем не менее и в этих непростых условиях на кафедре проводились научные исследования. Так, в 1926 г. были выполнены три работы по химии пиррола, опубликованные в немецких журналах (Н.А.Нарышкин в соавторстве с Т.Н.Годневым). **Тихон Николаевич Годнев**, получивший звание профессора в ИВПИ, в 1927 г. переехал в Белоруссию, где в 1940 г. был избран действительным членом АН БССР. Он по праву признан основоположником советской научной школы по биосинтезу хлорофилла [456].

Первым заведующим кафедрой был **Михаил Иванович Сладков** (1896–1943 г.), избранный в 1920 г. доцентом кафедры. В 1925 г. М.И.Сладков вместе с другими преподавателями ИВПИ (Н.Н.Ворожцовым и Н.П.Песковым) был приглашен профессором в Москву в МХТИ им. Д.И.Менделеева (ныне РХТУ) для «усиления читаемых курсов» [457]. Он также был научным руководителем Главнила (позднее НИОПИК) и ответственным секретарем редакции «Журнала химической промышленности». В 1937 г. он был репрессирован, трижды приговаривался к расстрелу (расстрелян в 1943 г.), посмертно реабилитирован. В Иванове в 1922 г. родился его сын Алексей Михайлович Сладков, ставший первооткрывателем карбина – третьей аллотропной формы углерода [458].



В 1925 г. читать курс органической химии и заведовать органической лабораторией Химического факультета ИВПИ был назначен **Евгений Алексеевич Шилов**, проработавший в институте 28 лет, из них на кафедре органической химии 22 года [459]. Он прошел путь от младшего ассистента до профессора, доктора химических наук, члена-корреспондента, затем академика АН УССР. Е.А.Шилов стоял у истоков становления кафедры органической химии ИХТИ, именно при нем на кафедре были начаты систематические научные исследования, внесшие заметный вклад в мировую науку.

Научные интересы Е.А.Шилова были очень широки. В начале своей научной карьеры в 1920-х годах в ИВПИ он исследовал терпены [460], изучал взаимодействие соединений серебра с галогеналканами [461], ртутьорганические соединения [462], разрабатывал аналитическое оборудование, в т.ч. усовершенствовал пипетки и бюретки [463]. В 1950-60-х годах им был установлен механизм некоторых каталитических реакций, моделирующих действие ферментов, в работах с применением радиоактивных изотопов были открыты предшественники каротина, жиров и каучука в биосинтезе зеленых растений [459].

Однако настоящую мировую известность ему принесли работы по изучению механизмов органических гетеролитических и каталитических реакций, которые были начаты им на кафедре органической химии ИХТИ, начиная с 1930-х годов. Изучая вместе с сотрудниками кафедры (Г.В.Купинская, С.М.Солодушенков, Н.П.Каняев) процессы гидролиза галогенов [464–466] и кинетику их взаимодействий в водных растворах с неопределенными соединениями, Е.А.Шилов выяснил механизмы галогенирования в этих условиях связей  $>C=C<$  в этилене [467–469] и других олефинах [470, 471], а также хлорирования фенола [472] и других ароматических соединений [473]. При этом была разработана теория присоединения электрофильных и нуклеофильных агентов к неопределенным соединениям, выявлена роль растворителей и сольватных комплексов в реакциях присоединения и высказана гипотеза об образовании  $\pi$ -комплексов электрофильных реагентов с кратными связями неопределен-

ных соединений, задолго до открытия их экспериментальными методами. Полученные результаты позволили Е.А.Шилову ввести в научный оборот представление об образовании циклических переходных комплексов (состояний) [474, 475]. Разработка Е.А.Шиловым положения о протекании реакций через циклический переходный комплекс позднее привела к обоснованию им специфического действия бифункциональных катализаторов в органических реакциях [476, 477]. Позднее, в 1950-х годах Е.А.Шиловым изучались производные ацетилена [478–481] и была открыта реакция нуклеофильного присоединения галоидоводородов к тройной связи, изучено влияние нуклеофильности анионов на стереохимию и направление присоединения, обнаружена тримеризация и полимеризация активированных ацетиленовых соединений под действием нуклеофилов. Были также исследованы стереохимия и механизм восстановления производных ацетилена «водородом в момент выделения» [482]. Следует отметить и активное участие Е.А.Шилова в разработке русской химической номенклатуры [483, 484]. Работая в ИХТИ в 1930-х годах, Е.А.Шилов вместе со своими учениками С.И.Бурмистровым, Н.П.Каняевым, А.И.Кобениным, С.И.Солодушенковым, Г.В.Купинской, А.Н.Куракиным разрабатывал теоретические основы важных народно-хозяйственных задач того времени: синтеза каучука [485] и хлорного беления хлопчатобумажных тканей [486].

В годы Великой Отечественной войны кафедра перешла на исследования оборонного характера. Был разработан метод синтеза норсульфазола и промежуточных продуктов для его получения (хлорацетона, тиомочевина и аминометилтиазола), что позволило сотрудникам кафедры получать на созданной полупромышленной установке лекарства для нужд фронта.



В 1945 г. Е.А.Шилов был избран членкором АН УССР и в 1947 г. переехал в Киев, а кафедру ненадолго возглавил его ученик доцент Н.П.Каняев, который занимался исследованием механизма реакций галогенирования двойной связи в водных растворах [466–468, 470, 471, 474, 487–489]. В 1948 г. заведующим кафедрой стал доктор химических наук, профессор **Александр Александрович Спрысков** (1904–1979 г.) [490]. Окончив химический факультет ИВПИ в 1929 г., он работал инженером-технологом на Рубежанском химическом комбинате, в 1932 г. стал научным сотрудником ИХТИ и после защиты диссертации с 1938 по 1948 г. заведовал кафедрой органической химии Ивановского государственного медицинского института. Именно в это время он начал интенсивные исследования реакции сульфирования ароматических соединений [491].

А.А.Спрысков уделял большое внимание развитию кафедры, состав которой вырос до 20 человек в 1967 г. и до 34 человек в 1973 г., в том числе 16 преподавателей (в 1947 г. было трое). Совершенствовалось преподавание курса органической химии. Было изготовлено большое количество наглядных пособий для лекционного курса, отработана методика демонстрационных опытов на лекциях.

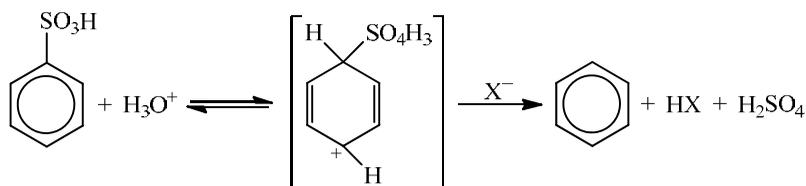


А.А.Спрысков читает лекцию по органической химии. Лекционный ассистент О.С.Иванова (1952 г.).

Кафедра оснащалась самым современным по тем временам оборудованием (газожидкостными хроматографами, приборами для органического микроанализа, УФ спектрофотометром, термостатами и др.), а в 1957 г. при кафедре была организована радиохимическая лаборатория. Все это позволило сотрудникам кафедры под руководством А.А.Спрыскова выполнить серию фундаментальных работ для выяснения деталей механизма электрофильного замещения в ароматических соединениях, прежде всего, реакций сульфирования и протодесульфирования аренов. О роли работ школы А.А.Спрыскова лучше всего говорят воспоминания одного из его учеников, Бориса Григорьевича Гнедина: «В 60–70-х годах не было практически ни одной книги, ни одного обзора, так или иначе затрагивающих тему сульфирования и десульфирования, в которых не упоминались бы работы Александра Александровича и его учеников... А.А.Спрыскова всегда интересовала не только (и не столько) «кухня», но и механизм, т.е. сущность изучаемых процессов. И это в конечном счете привело его к открытию феномена накопления в реакционных смесях при проведении органических реакций термодинамически наиболее устойчивых продуктов... Этот принцип был открыт А.А.Спрысковым на примере образования и превращений изомерных моносulfокислот нафталина [492, 493], а затем был распространен на процессы сульфирования других ароматических соединений, ...на проведение обратимого ацилирования по Фриделю–Крафтсу, высокотемпературной изомеризации ди- и полигалогензамещенных (ароматических соединений) [494] и на ряд других процессов».

А.А.Спрыскова всегда интересовала не только (и не столько) «кухня», но и механизм, т.е. сущность изучаемых процессов. И это в конечном счете привело его к открытию феномена накопления в реакционных смесях при проведении органических реакций термодинамически наиболее устойчивых продуктов... Этот принцип был открыт А.А.Спрысковым на примере образования и превращений изомерных моносulfокислот нафталина [492, 493], а затем был распространен на процессы сульфирования других ароматических соединений, ...на проведение обратимого ацилирования по Фриделю–Крафтсу, высокотемпературной изомеризации ди- и полигалогензамещенных (ароматических соединений) [494] и на ряд других процессов».

Приоритет этого открытия подтвержден рядом авторов [495]. Признано основополагающее значение трудов А.А.Спрыскова по изучению механизма десульфирования ароматических сульфокислот в водных растворах сильных кислот (гидролиз сульфокислот) [496].



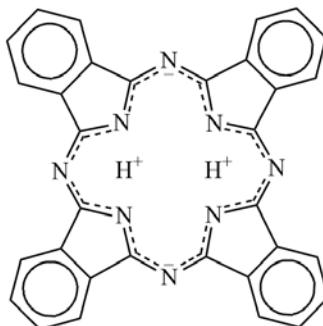
Под руководством А.А.Спрыскова проводились не только фундаментальные исследования. Так, по заказу Заволжского химического завода в начале 1950-х годов было выполнено исследование реакции сульфирования фталоцианина меди [497], результаты которого легли в основу технологии синтеза красителя прямого бирюзового светопрочного. Фталоцианиновая тематика стала одной из основных на кафедре органической химии после ухода А.А.Спрыскова на пенсию в 1973 г. (см. далее).

У А.А.Спрыскова было более 250 опубликованных работ [490], несколько десятков изобретений и 19 учеников, защитивших под его руководством кандидатские диссертации. Пятеро из них продолжили начатые под его руководством исследования и позднее защитили докторские диссертации в области реакционной способности ароматических соединений. В.А.Козлов продолжил работу в ИГХТУ, стал заведующим кафедрой лаков и красок. Ю.Г.Ерыкалов стал организатором кафедры органической химии в классическом Ивановском государственном университете (ИвГУ), куда перешли работать также Е.Н.Крылов и С.Н.Иванов (см. раздел 7.3). О.И.Качурин работал в г. Донецке в Институте физико-органической химии и углехимии НАН Украины.

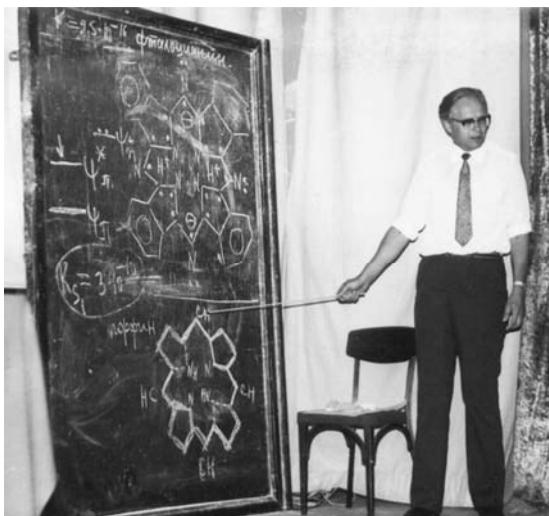


С 1973 по 1995 г. кафедрой органической химии заведовал доктор химических наук профессор **Борис Дмитриевич Березин** – заслуженный деятель науки РСФСР, лауреат Государственной премии СССР, академик Российской академии естественных наук, выдающийся ученый [498].

В 1952 г. Б.Д.Березин с отличием окончил ИХТИ и поступил в аспирантуру к профессору К.Б.Яцимирскому, в будущем академику АН УССР. В 1955 г. он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследования в области меркуриметрии» и начал разрабатывать совершенно новую тематику – «Исследование физико-химических свойств комплексных соединений фталоцианина». Б.Д.Березин провел систематические исследования комплексов фталоцианина с большинством d-металлов в протондонорных растворителях и впервые применил оригинальный подход к исследованию стабильности металлофталоцианинов с помощью кинетических характеристик реакции их диссоциации и спектрального критерия прочности. Впоследствии, в работах как Б.Д.Березина, так и других исследователей, кинетические методы установления механизма реакций, протекающих с участием макрогетероциклов, получили большое распространение. Все физико-химические эксперименты проводились в необычном для комплексных соединений растворителе – серной кислоте, которая, как было подтверждено исследованиями Б.Д.Березина, обладает свойствами идеального ионизирующего растворителя. Изучив состояние и превращения 25 комплексных соединений фталоцианина в данном растворителе, он обосновал деление металлофталоцианинов на лабильные и стабильные в зависимости от природы координационной связи. На основании рассмотрения кислотно-основных свойств фталоцианина для описания его строения Б.Д.Березин предложил новую структурную формулу – т.н. делокализованную модель с внутреннеионизированными связями NH.



Делокализованная модель фталоцианина.



Профессор Б.Д.Березин читает лекцию  
«О строении фталоцианина» (1975 г.).

В 1966 г. он защитил на эту тему докторскую диссертацию в Киеве, в 1967 г. стал профессором кафедры аналитической химии, а в 1973 г. – заведующим кафедрой органической химии. Результаты его диссертационной работы и последующие исследования, в которых был установлен механизм комплексообразования лигандов порфиринового типа с ионами металлов стали основой его монографии, посвященной порфиринам и фталоцианинам, которая вышла в 1978 г. и вскоре была переведена на английский язык [499].

В 1980 г. в г. Иваново открылось первое научное учреждение Академии наук СССР – Отдел химии неводных растворов, преобразованный в 1981 г. в **Институт химии неводных растворов (ИХНР)**, где Б.Д.Березин стал руководить направлением «Координационная химия порфиринов».

Под руководством Б.Д.Березина из сотрудников ИХНР АН СССР и кафедры органической химии ИХТИ сформировалась научная школа, занимающая лидирующее положение в координационной химии порфиринов и фталоцианинов. Результаты исследований были

обобщены в обзорах и коллективных монографиях, подготовленных по инициативе Б.Д.Березина и опубликованных под редакцией академика Н.С.Ениколопова [500–502].

За цикл работ «Разработка теоретических основ химии неводных растворов и их практическое использование», опубликованных в 1962–1985 г., Б.Д.Березину в составе коллектива ученых, работающих в области химии растворов, была присуждена Государственная премия СССР 1987 г. в области науки и техники. В 1995 г. благодаря организационной работе Б.Д.Березина в г. Иваново было открыто Ивановское отделение РАЕН.

Б.Д.Березин уделял много времени совершенствованию преподавания химии. Вместе с членом-корреспондентом РАН Г.А.Крестовым Б.Д.Березин издал монографии в 1983 г. «Основные понятия современной химии» [503], а в 1999 г. «Основные законы современной химии» [504]. Б.Д.Березиным в соавторстве с сыном Д.Б.Березиным [505] был написан учебник «Курс современной органической химии» опубликованный в 2003 г., и позднее неоднократно переизданный.

Под руководством Б.Д.Березина только в ИГХТУ было подготовлено более 60 кандидатов наук, 12 из которых впоследствии защитили докторские диссертации. В настоящее время в Ивановском государственном химико-технологическом университете и на кафедре органической химии продолжают развивать и расширять научное направление Б.Д.Березина членкор РАН **О.И.Койфман**, академик РАЕН **О.А.Голубчиков**, доктора наук и профессора **О.Г.Хелевина**, **В.Г.Андреанов**, **П.А.Стужин**, **Д.Б.Березин**, **А.С.Семейкин**, **О.А.Петров**.

В 1995 г. Б.Д.Березин полностью перешел на работу в Институт химии неводных растворов РАН, и кафедру органической химии ИГХТУ возглавил его ученик **профессор Олег Александрович Голубчиков**. Вместе с Б.Д.Березиным О.А.Голубчиковым был выполнен цикл работ по исследованию реакций комплексообразования порфиринов с солями переходных металлов в различных растворителях [506], результаты которых были обобщены в совместной монографии «Координационная химия сольваток комплексов солей переходных металлов» [507]. Научные интересы О.А.Голубчикова связаны с исследованием порфиринов с напряженным и искаженным макроциклом [508]. Заведуя кафедрой, он всемерно способствовал продолжению развития порфириновой тематики преподавателями и сотрудниками, являлся вдохновителем и организатором Школ молодых ученых по химии порфиринов, редактором серии монографий «Успехи химии порфиринов» [509]. Среди его учеников – более 20 кандидатов и 2 доктора химических наук.



**О.А.Голубчиков** – заведующий кафедрой органической химии ИГХТУ в 1995–2015 г. С 2015 г. он является главным научным сотрудником кафедры и активно занимается вопросами практического применения комплексов порфиринов в создании новых каталитических материалов [510], гальванических покрытий [511] и др. В 2015–16 г. кафедрой заведовал ученик Б.Д.Березина и О.И.Койфмана профессор С.А.Сырбу, перешедший затем на работу в Институт химии растворов РАН.

В настоящее время на кафедре органической химии ИГХТУ работают 5 профессоров и 2 главных научных сотрудника – все они являются учениками Б.Д.Березина.

Заслуженный деятель науки РФ профессор **Ольга Григорьевна Хелевина** (и.о. зав. кафедрой) занимается модификацией тетраазпорфиринов при помощи реакций электрофильного и нуклеофильного замещения [512], а также исследованием их координационных [513] и основных свойств [514]. Заслуженный работник высшего профессионального образования профессор В.Г. Андрианов является специалистом в области кислотно-основных взаимодействий порфиринов [515], многие годы был деканом факультета органической химии и технологии ИГХТУ. Его ученик профессор Д.Б. Березин, продолжая идеи своего отца Б.Д. Березина, изучает особенности комплексообразования «неклассических» порфиринов и их аналогов [516, 517], а также возможности применения порфиринов в антибактериальной фотодинамической терапии. Профессор О.А. Петров изучает особенности реакций медленного переноса протонов в Н-комплексах порфиразинов [518]. Оригинальные подходы к получению модифицированных мезо-арилзамещённых порфиринов [519] разработаны гл.н.с. профессором А.С. Семейкиным, который руководит лабораторией синтеза порфиринов. Профессор П.А. Стужин впервые получил новые гетероциклические аналоги фталоцианина [520–522], занимается исследованием перфторированных порфиразинов [523] и азапорфиринатов железа [524], является соорганизатором симпозиума по порфиразином на Международных конференциях по порфиринам и фталоцианинам (ICPP4-ICPP10) и руководит совместными проектами с Римским Университетом «Ла Сапиенца». Профессор О.Г. Хелевина является зам. гл. ред. «Российского химического журнала», а профессор П.А. Стужин – журнала «Макрогетероциклы». Несмотря на сильное сокращение преподавательского состава в последние годы, значительное увеличение аудиторной и прочей учебной нагрузки, кафедра остается одной из ведущих в ИГХТУ по уровню и объему проводимых научных исследований.

### 7.3. История органической химии в Ивановском государственном университете (ИвГУ)

В конце 1973 г. было принято решение о создании на базе Ивановского педагогического института **Ивановского государственного университета** (ИвГУ). В числе новых факультетов был биолого-химический. Начался следующий этап развития химии в Иванове, теперь в ИвГУ. Огромную помощь в образовании факультета, налаживании учебного процесса, научных исследований сыграл ИХТИ. Его коллектив «выделил» для ИвГУ молодых, перспективных докторов наук (**В.И. Клопова, Ю.Г. Ерыкалова, Л.В. Курицына**), которые пришли в университет со своими учениками или единомышленниками. Кафедра органической и биологической химии ИвГУ начала свою работу в октябре 1976 г. Основателем и первым заведующим кафедрой (1976–1996 г.) был **Юрий Георгиевич Ерыкалов** (1930–2008 г.), доктор химических наук, профессор, кавалер ордена Дружбы народов, Почетный работник высшей школы РФ.

Ю.Г. Ерыкалов совместно с А.А. Спрысковым, а впоследствии самостоятельно или со своими учениками провел фундаментальное исследование процессов высокотемпературной изомеризации ди- и полигалогенароматических соединений, результаты которого обобщил в докторской диссертации на тему «Исследование изомерных превращений полигалолоидобензолов в присутствии некоторых сопряженных кислот» [525].

Вместе с Ю.Г. Ерыкаловым в ИвГУ перешли воспитанники школы А.А. Спрыскова, кандидаты наук Е.Н. Крылов, Н.И. Рудакова, В.П. Лещев, С.Н. Иванов. Трудно переоценить роль профессора Ю.Г. Ерыкалова, работавшего с 1977 по 1990 г. проректором по научной работе ИвГУ, в становлении университета как крупного научного центра. В то время была организована аспирантура, открыты специализированные советы, начала развиваться хозяйственная научная работа.

С 1996 г. кафедру (а впоследствии и объединенную кафедру, которая стала называться **кафедрой органической и физической химии**) возглавил д.х.н., профессор **Михаил Васильевич Клюев** (1952 г.р.) – выпускник ИХТИ 1975 г. Он закончил аспирантуру при Институте химической физики АН СССР под руководством профессора Михаила Львовича Хидекеля (1932–2001 г.) и докторантуру при Химическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова (научный консультант – заведующий кафедрой химии нефти и органического катализа, профессор **Эдуард Аветисович Караханов**). Докторская диссертация на тему «Каталитический синтез аминов гидрированием и гидроаминированием» защищена в 1991 г. М.В. Клюевым и его учениками (22 кандидата и 2 доктора наук) выполнено комплексное исследование реакции гидрогенизационного аминирования карбонильных соединений аминами и их предшественниками. В последнее время изучены катализаторы на основе металлосодержащих углеродных наноматериалов [526–531].

Кафедра была одним из пионеров в РФ в использовании квантово-химических расчетов для объяснения реакционной способности органических соединений. Были опубликованы работы по использованию результатов

квантово-химических расчетов для объяснения реакционной способности различных субстратов в гидрировании и гидрогенизационном аминировании [532–537], виртуальном скрининге потенциальных биологически активных молекул [538, 539]. Большое внимание уделялось синтезу лекарственных препаратов с использованием гидрирования, гидрогенизационного аминирования и гидрогенизационного ацилирования [540–545].

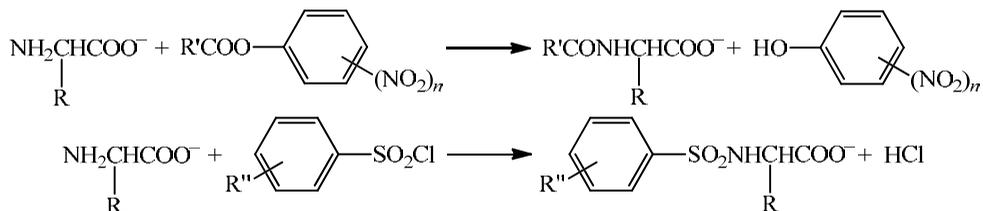
Совместно с ИГХТУ кафедрой были организованы семь школ-конференций молодых ученых «Квантово-химические расчеты: структура и реакционная способность органических и неорганических молекул», которые проводятся поочередно в обоих университетах раз в два года.

Профессор **Нина Ивановна Гиричева** (1947 г.р.) работает на объединенной кафедре органической и физической химии с 2012 г., ранее на протяжении 9 лет она возглавляла кафедру физической химии. Нина Ивановна является одним из создателей **Зональной лаборатории молекулярных параметров** в г. Иваново. Лаборатория в настоящее время занимает одно из первых мест в мире в области электронографических исследований структуры свободных молекул [546–550].

Новый важный этап развития химии в ИвГУ начался в феврале 2005 г., когда университет и Институт проблем химической физики РАН создали учебно-научный комплекс «Химическая физика» (далее УНК). В 2007 г. УНК вошел как структурное подразделение в состав Научно-исследовательского института наноматериалов (НИИН) при Ивановском государственном университете.

В 2008, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017 г. в ИвГУ на базе спортивно-оздоровительного лагеря «Рубское озеро» при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ и РФФИ проведены шесть школ-конференций молодых ученых «Органические и гибридные наноматериалы». Лекции, прочитанные на конференциях, изданы в виде коллективных монографий [551–555], которые используются при обучении не только в ИвГУ, но и во многих других университетах и научных учреждениях.

В 2016 г. кафедру возглавила профессор **Татьяна Петровна Кустова** (1967 г.р.) – выпускница биолого-химического факультета, ученица д.х.н., профессора **Льва Викторовича Курицына** (1932 г.р.), который стоял у истоков биолого-химического факультета ИвГУ и был первым заведующим кафедрой физической химии [556–561]. Особое место в проводимых исследованиях отводится реакциям образования амидов и сульфамидов таких биологически значимых соединений как  $\alpha$ -аминокислоты и дипептиды.



В последнее время усилия исследователей сосредоточены не только на экспериментальном изучении кинетических закономерностей ацилирования, но и на анализе эффектов сольватации в реакциях ацильного переноса, а также на моделировании их механизмов путем квантово-химических расчётов поверхностей потенциальной энергии реакций (доцент **Л.Б.Кочетова**). Показано, что изучаемые реакции протекают по единому механизму бимолекулярного согласованного нуклеофильного замещения. За время работы кинетической школы профессора Л.В.Курицына защищено 12 кандидатских и 3 докторские диссертации.



Кафедра органической и физической химии (июнь 2017 г.).

Первый выпуск специалистов-химиков биолого-химического факультета ИвГУ состоялся в 1979 г. С тех пор более 1200 студентов успешно закончили химическое отделение факультета. Среди них доктора наук С.А.Сырбу, М.Г.Абдуллаев, Т.П.Кустова, Н.В.Белова, И.В.Терехова и более 70 кандидатов наук.

### 8. Кафедра органической химии химического факультета Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского

Кафедра органической химии ННГУ была создана в 1918 г. на химико-физическом факультете Нижегородского государственного университета под руководством **Ивана Ивановича Остромысленского**, прежде работавшего профессором Варшавского политехнического института [562–564]. **И.И.Остромысленский** (1880–1939 г.) – виднейший химик-органик, оставивший заметный след в истории отечественной химической науки. В 1908–1910 г. он работал над комплексными соединениями совместно с А.Бергманом. В 1910 г. исследовал изомерию комплексных соединений. В том же 1910 г. И.И.Остромысленский применил найденную Чугаевым закономерность для распознавания оптически активных форм кристаллов на основе анализа их оптических свойств. Особую известность И.И.Остромысленский получил за свои исследования синтеза каучука. Он открыл три изомерные модификации полимеризованного бромистого винила, легко превращающихся одна в другую. Изомерные модификации Остромысленского оказались идентичны бромиду простейшего бутадиев-каучука Гарриеса. К сожалению, И.И.Остромысленский уже к концу 1918 г. покинул Нижний Новгород.



После его отъезда кафедру органической химии возглавил доктор химии, ученик А.М.Бутлерова **Иван Иванович Бевад** (1857–1937 г., заведовал кафедрой с 1918 по 1935 г.), который в 1919 г. одновременно возглавил созданный при университете Исследовательский институт. И.И.Бевад был одним из самых первых химиков-органиков в Нижнем Новгороде. Он прибыл в этот город на Волге в составе эвакуированного Варшавского Политехнического института (позднее – Нижегородский политехнический институт), работал в Нижегородском городском народном университете, Нижегородском государственном университете, Горьковском химико-технологическом институте и Горьковском индустриальном институте.

Воспоминания И.И.Бевада изложила в заметке о своем деде его внучка М.Л.Пирогова: «В 1876 году я окончил курс гимназии и поступил в Петербургский университет, в котором естественное отделение физико-математического факультета тогда славилось выдающимися научными силами. В состав их входили: Д.И.Менделеев, А.М.Бутлеров, А.А.Фаминцын, А.Н.Бекетов, И.М.Сеченов и др. С химией я совсем не был знаком до университета, с ботаникой и зоологией немного ознакомился помимо гимназического курса.

В университете на первом курсе я впервые увидел и услышал Д.И.Менделеева; своими лекциями по неорганической химии он сразу же возбудил во мне интерес к предмету, как и своим безыскусственным по форме и полным глубокого внутреннего содержания изложением. Он привлекал на свои лекции такое число слушателей, что не только все скамьи, все проходы между ними были заняты ими, но они помещались и в дверях, ведущих в коридор.

Чем-то неизведанным, полным захватывающего интереса повеяло от этих лекций. С нетерпением ждали мы дней, когда читались эти лекции. Несмотря на ранний час (9 часов утра) аудитория у Менделеева всегда была переполнена слушателями. С первого же знакомства с химией все мои симпатии были перетянуты на ее сторону. Первые шаги при изучении этой совершенно новой для меня области были трудны, и только после усиленной работы в течение первых двух лет мне удалось настолько овладеть предметом, что я смог при дальнейшем изучении его относиться более сознательно и вдумчиво.

На втором курсе пришлось на лекции по органической химии познакомиться с другой яркой звездой физико-математического факультета – А.М.Бутлеровым, который, благодаря ораторскому таланту, особой системе изложения курса, несмотря на отсутствие внешнего лекционного блеска (тогда органическая химия читалась почти совсем без демонстраций) привлекал на свои лекции полную аудиторию. Мы с наслаждением слушали плавную, гладкую, как из слоновой кости выточенную речь Бутлерова, тогда стоявшего на вершине славы и обладавшего способностью очаровывать всякого, кому приходилось иметь с ним дело.

На третьем курсе выбиралась каждым студентом специальность. Меня особенно интересовала химия в ее практических приложениях и агрохимия, я увлекался чтением писем Либиха и Энгельгардта о сельском хозяйстве; прочел труды Дарвина и Уоллеса, особенно интересуясь модным тогда вопросом о происхождении

человека, о борьбе за существование и о естественном отборе. Я выбрал себе агрономическую специальность. Агрономию тогда читал А.В.Советов; лекции читались в семейной обстановке в агрономическом кабинете; человек с десяток специалистов размещались вокруг стола, за которым помещался и сам лектор со своей неизменной тетрадкой и книгами, в которых он показывал нам чертежи и рисунки, пуская их в круговую по рукам слушателей. Семейная обстановка лекций делала их особенно привлекательными; я охотно посещал их; сам лектор, в свое время приобретший себе научное имя как пропагандист травосеяния, не блистая ораторским талантом, умел своей безыскусственной речью, простотой и доступностью привлекать к себе слушателей и заинтересовывать их предметом.

Кроме того, я слушал по почвоведению лекции о черноземе приват-доцента В.В.Докучаева, только что вернувшегося из научной командировки, результатом которой было появление в свет его известного труда «О черноземе». Мои занятия по агрономии не ограничивались только слушанием названных лекций, одновременно я занимался в лаборатории органической химии под руководством А.М.Бутлерова и его ассистента М.Д.Львова; я поступил туда на четвертом курсе; кроме меня там работало еще два моих однокурсника, человек пять уже окончивших курс и человека два с третьего курса.

Занятиями руководил Львов, проводивший в лаборатории целый день до 4–5 часов, а затем заходивший туда и вечером. Бутлеров почти ежедневно заходил в лабораторию, обходил всех работающих, расспрашивал их о работе, делал указания и давал советы. Отношения между учениками и учителями были самые дружеские; ровный характер Бутлерова и необычайная деликатность в обращении особенно располагали к нему; мы никогда не слышали от него грубого или хоть строгого слова за наши неизбежные промахи; благодаря этому никто не скрывал своих ошибок и не боялся сознаваться в них. Часто в лабораторию заглядывали приезжавшие в Петербург провинциальные химики: тут я впервые увидел Г.Г.Густавсона, В.В.Марковникова, А.Н.Попова и др. Через комнаты, в которых мы работали, часто проходил Д.И.Менделеев, направляясь в свою лабораторию из своей квартиры или обратно: иногда при встрече его с Бутлеровым здесь в крохотной весовой, служившей в то же время и библиотекой, и кабинетом, возникали ожесточенные споры по поводу «теории строения», приверженцем, одним из создателей и пропагандистом которой был Бутлеров, а противником – Менделеев, или по поводу модного тогда вопроса о «спиритизме», ревностным приверженцем которого был Бутлеров, Менделеев же относился к нему критически. Любопытно было наблюдать этот спор двух великих химиков; мы с затаенным дыханием прислушивались к свирепому рычанию незнающего удержу в ярости Менделеева, нападающего на своего противника, и в ответ ему хладнокровное, без малейшего повышения голоса, деликатное возражение Бутлерова; порой казалось, спор кончится дракой, столь резкие формы он принимал, но дверь распахивалась и оттуда под ручку, уже мирно беседуя и смеясь, выходили эти две знаменитости.

Весной 1880 г. я выдержал выпускные экзамены и окончил курс со степенью кандидата. Осенью этого же года я поступил в Петровскую Академию (под Москвой) студентом на сельскохозяйственное отделение, предполагая заняться специально агрономической химией, однако вскоре опять вернулся в Петербург в лабораторию Бутлерова и продолжал заниматься там до апреля 1881 года, когда по рекомендации Бутлерова и Львова поступил в Варшавский университет к проф. А.Н.Попову лаборантом при кафедре неорганической и аналитической химии. В 1892 г. я сдал магистерский экзамен при Петербургском университете и защитил при Варшавском университете магистерскую диссертацию под заглавием «Синтез монокитропроизводных предельных углеводородов» ... в 1900 г. я защитил в Петербургском университете докторскую диссертацию под заглавием «О реакции азотистых эфиров и нитропарафинов с цинкалкалами» и в 1901 г. был назначен ординарным профессором по кафедре общей химии, а в 1902 г. переведен на кафедру органической химии.

Начиная с 1889 г. я был несколько раз командирован с научной целью за границу, где знакомился с постановкой дела преподавания химии в университетах и высших технических и агрономических школах Западной Европы и с устройством новейших лабораторий. Я посещал лекции выдающихся профессоров и работал под их руководством; так, в 1889 г. летний семестр я занимался в Геттингенском университете под руководством Виктора Мейера, а зимний – в Мюнхене под руководством Адольфа Байера; в 1892–93 учебный год зимний и летний семестры, я занимался бактериологией в Берлине у Гюнтера; летом 1896 г. и 1899 г. был в командировке с целью осмотра новейших лабораторий Германии, Австрии, Италии, Швейцарии и Франции».

В 1904 г. из Варшавского университета И.И.Бевад перешел в политехнический институт на кафедру органической химии, оставшуюся вакантной после смерти профессора Е.Е.Вагнера, выдающегося химика с мировым именем, занимавшего этот пост с 1896 г. Из скромной обстановки университета Иван Иванович перешел к роскоши недавно выстроенного в Варшаве вуза, на устройство которого не жалели ни средств, ни забот.

С 1905 по 1907 г. он трижды избирался деканом химического отделения Варшавского политехнического института, в 1910 г. произведен в заслуженные профессора. Но с началом первой мировой войны, в 1915 г. политехнический институт был эвакуирован и в 1916 г. переведен в Нижний Новгород, где его переименовали в Нижегородский Университет, затем – в химико-технологический, затем – в Горьковский индустриальный и снова – в Нижегородский политехнический; в 1918 г. институт закрыли в связи с открытием Нижегородского университета, и И.И.Бевад оставался в нем профессором вплоть до 1930 г., когда из университета выделилось шесть институтов.

Исследования И.И.Бевада вошли в историю отечественной химической науки [565, 566]. Хорошо известны его классические синтезы вторичных и третичных нитросоединений жирного ряда. В своей докторской диссертации И.И.Бевад исследовал взаимодействие азотистых эфиров и нитропарафинов с циклоалканами. Он являлся автором первого в России «Краткого руководства к химическому сельскохозяйственному анализу» и по праву может считаться одним из основателей отечественной агрохимии. В последующие годы И.И.Бевад неоднократно возглавлял химический факультет Нижегородского университета в качестве декана.

В эти годы в Нижнем Новгороде разворачивалось крупнейшее строительство. Строились автогигант, новые радиотехнические и машиностроительные заводы. Стране требовались специалисты с более узкой, но глубокой специализацией, и в больших количествах. Факультеты НГУ были реорганизованы в соответствующие институты. Так появились **химико-технологический** и **механико-машиностроительный институты**, которые вскоре были объединены в **Индустриальный институт**, ныне **Нижегородский государственный технический университет**. Были организованы также Инженерно-строительный, Сельскохозяйственный, Медицинский и Педагогический институты.

Однако вскоре стало приходиться понимать того, что без фундаментальной науки, без специалистов с широким научным кругозором и глубокой теоретической подготовкой, которую могут обеспечить университеты, невозможно разработать новейшие технологии и соответствующее им по уровню технологическое оборудование. Поэтому в 1931 г. решением правительства страны по представлению Нижегородских властей в Нижнем Новгороде был восстановлен университет первоначально только на базе физико-математического факультета. Входящие в состав Московского и Ленинградского университетов физико-математические факультеты включали естественное, химическое и физико-математическое отделения. Следуя этой традиции, в 1931 г. Нижегородский университет включал только биологический и физико-математический факультеты, но уже в 1932 г. был открыт и химический факультет.

1932 г. был завершающим годом первой пятилетки. Вступил в строй первый автогигант, расширился завод Красное Сормово, выросла химическая промышленность. Для промышленности г. Горького (название Нижний Новгород было присвоено городу в 1933 г.) и области необходим был и свой научный химический центр. Таким центром стал химический факультет ГГУ. Первое время в 1932 и 1933 г. курс органической химии для биологов читал маститый, но уже очень больной И.И.Бевад. В 1934 г. на факультет был приглашен ближайший сотрудник академика А.Б.Фаворского, ученик В.Н.Ипатьева старший научный сотрудник АН СССР **Александр Дмитриевич Петров**, ленинградский специалист по химии нефти и моторному топливу.



А.Д.Петров также сумел быстро организовать **лабораторию органической химии** и создать вокруг себя творческую атмосферу, привлечь к работе молодых талантливых учеников. С 1935 г. он заведовал кафедрой органической химии, не прекращая научно-организационной деятельности в институтах Академии наук Ленинграда и Москвы. **Александр Дмитриевич Петров** (1895–1964 г.) заведовал кафедрой с 1935 по 1946 г. (см. также раздел 3) – выдающийся химик-органик, член-корреспондент АН СССР, лауреат Государственной премии за работы по химии углеводородных топлив, автор более 600 работ, в том числе 14 монографий [567–569].

Ученик академика А.Е.Фаворского, А.Д.Петров начал свою научную деятельность в Ленинграде в лаборатории академика В.Н.Ипатьева и возглавил её после отъезда этого учёного за рубеж в 1931 г. С 1934 г. лаборатория А.Д.Петрова вошла в состав организованного в том же году Института органической химии АН СССР. В 1931 г., через год после отъезда В.Н.Ипатьева, Александр Дмитриевич был назначен заведующим **Лабораторией высоких давлений** (затем она стала называться **Лабораторией пирогенных процессов**, позднее – **Лабораторией углеводов**). В 1934 г. Лаборатория пирогенных процессов переехала в Москву. В Москве А.Д.Петров начал работать в Институте органической химии АН СССР (ИОХ), созданном на основе Лаборатории высоких давлений Ипатьева и лабораторий Н.Д.Зелинского и частично А.Е.Фаворского. В 1935 г. он стал доктором химических наук, а в 1936 г. – профессором.

В 1935 г. он возглавил кафедру органической химии в Горьковском университете. Каждый месяц он уезжал на неделю в Горький для чтения лекций. Возил с собой реактивы для научной работы, в том числе и серный эфир для реакций Гриньяра, что было далеко не безопасно. Его известные работы по синтезу индивидуальных углеводородов – моделей топлив и масел – проводились одновременно в Горьковском университете и в ИОХе.

В 30-е годы начались репрессии, затронувшие дружный ипатьевский коллектив. Сначала был арестован Г.А.Разуваев, проведенный в заключении более 10 лет и работавший некоторое время в закрытом научном учреждении. Затем сын Ипатьева Владимир Владимирович был подвергнут словесному осуждению. Менее других повезло Н.А.Орлову – как потомок знатных царских генералов он был сослан в Саратов, где в университете читал лекции по органической химии. В то время на саратовском нефтеперерабатывающем заводе случился взрыв. Н.А.Орлов публично заявил: «Ну что это за взрыв, вот если бы я взялся за дело, то взрыв был бы настоящим». На следующую ночь у него был обыск. Нашли несколько банок пикриновой кислоты, она была нужна ему для научной работы. Н.А.Орлов, его жена и сын были расстреляны. Н.А.Орлов был крупнейшим учёным, одним из лучших углехимиков России.

В предвоенные годы А.Д.Петров написал несколько монографий: «Успехи химии углеводородов алифатического ряда» (1936 г.), «Очерки по химии моторных топлив и смазочных масел» (1941 г.) и др. В них представлены результаты больших исследований по синтезу и определению свойств модельных углеводородов, выполненных в Горьковском университете и в ИОХе.

Начавшаяся Великая Отечественная война в корне изменила жизнь всей страны. Не остался в стороне и Горьковский университет. Многие преподаватели и студенты ГГУ ушли на фронт; оставшиеся в тылу были вынуждены подчинить свои научные интересы нуждам фронта и оборонной промышленности. Сохранились документы о работах кафедры органической химии по синтезу уротропина для аптекоуправления, фенолфталина для спецмастерской горпромкомбината, диэтиланилина для спецмастерской Индустриального института, дипикриламины для оборонного завода, этилакрилата для челюстного госпиталя, по анализу трофейного топлива. Были разработаны метод синтеза белого и красного стрептоцида, композиция для пропитки противогаса, каучуковые смеси для резины из отходов производства дзержинского завода ОАХ, рецептуры низкозастывающих авиамасел, смазочных масел.

В 1946 г. А.Д.Петров был избран членом-корреспондентом АН СССР. В 1947 г. за научные исследования в области синтеза углеводородов моторных топлив и смазочных масел и работы по каталитической гидродимеризации ацетилену ему была присуждена Сталинская премия, в том же году – премия С.В.Лебедева за исследования в области каталитического синтеза изобутилена. В этой работе участвовали сотрудники Горьковского университета (Ю.А.Ольдекоп, Е.В.Митрофанова и др.) и ИОХа.

В 1946 г. А.Д.Петрова сменил Г.А.Разуваев. Представляя Г.А.Разуваева горьковчанам, А.Д.Петров сказал: «Я оставляю вам вместо себя бриллиант чистой воды». Его учениками были академик О.М.Нефёдов, члены корреспонденты АН СССР В.А.Пономаренко, Г.И.Никишин, Е.А.Чернышёв, доктора наук В.Ф.Миронов, И.Е.Долгий, В.М.Вдовин, Ю.Н.Огибин. Его ученики в Горьком – Ю.А.Ольдекоп, Е.П.Каплан, Е.И.Федотова, Е.В.Митрофанова, П.С.Санин, И.Г.Сумин, В.И.Когтев, Д.Н.Андреев, Л.Д.Карлик и др. Большое количество учеников А.Д.Петрова работало в Академиях наук союзных республик. Среди них – академики Академии Наук Грузии И.М.Гвердцители, Р.М.Лагидзе и др., Азербайджана, Армении, Латвии, Таджикистана и т.д.



С 1946 г., после назначения исполняющим обязанности заведующего кафедрой органической химии **Г.А.Разуваева**, на химфаке ГГУ начала интенсивно развиваться научная школа в области химии металлоорганических соединений. А.Д.Петров оставил за собой руководство и чтение лекций по специализации «химия нефти».

С 1947 г. под руководством Г.А.Разуваева в Университете развивались исследования механизмов свободнорадикальных реакций в жидкой фазе с участием пероксидов и металлоорганических соединений. Эти работы инициировали и смежные направления в области химии полимеров, термодинамики полимеров и металлоорганических соединений [570, 571]. На базе этих исследований Г.А.Разуваев в 1966 г. организовал первое в г. Горьком академическое научное учреждение – **Лабораторию стабилизации полимеров АН СССР**, которая в 1969 г. преобразуется в **Институт химии Академии Наук (ИХАН)**. Директором института стал Г.А.Разуваев, до последних дней своей жизни он сохранял связь с химическим факультетом, работая профессором кафедры органической химии.

Из школы академика Г.А.Разуваева вышли такие известные ученые-химики, как академик РАН **Г.А.Абакумов**, чл.-корр. РАН **Г.А.Домрачев**, чл.-корр. РАН **В.К.Черкасов**, профессор **Н.С.Вязанкин**, профессор **Г.Г.Петухов** [572], профессор **В.А.Додонов**, профессор **В.Н.Латяева** и многие другие.

**Григорий Алексеевич Разуваев** (1895–1989 г.) заведовал кафедрой с 1946 по 1971 г. (см. также раздел 3), учился на физико-математическом отделении Московского университета по специальности «химия». Лекции по органической химии читал Н.Д.Зелинский, по неорганической – И.А.Каблуков. Чтобы не посягать на бюджет семьи, Григорий Алексеевич занимался репетиторством и покупал на заработанные деньги книги. Среди них была книга П.Вальдена «Свободные радикалы». Эта случайно встреченная в студенческие годы книга стала его настольной книгой и сыграла большую роль в становлении Г.А.Разуваева. Наряду с занятиями Григорий Алексеевич начал работать в лаборатории на кафедре Зелинского, но из-за начавшейся в феврале революции не смог продолжать учёбу и, окончив два курса, уехал к маме на Украину, однако затем, решив продолжить образование в университете, добрался до Петрограда. Учась в университете, Григорий Алексеевич работал в Комиссии по изучению естественно-производительных сил страны при Российской академии наук – разбирал минералы из интересных, но бывших в полном беспорядке коллекций, потом работал на заводе по получению твёрдой углекислоты, принадлежавшем частным предпринимателям. Дипломную работу по химии свободных радикалов «Диссоциация гексаметилэтана» выполнил очень быстро под руководством академика А.Е.Фаворского. К числу учеников Фаворского принадлежал также один из крупнейших химиков-органиков XX века – академик **В.Н.Ипатьев** – человек, которого Г.А.Разуваев считал своим главным учителем [573, 574].

После окончания университета работал в лаборатории Академии наук, затем – в Военно-химическом Управлении (ВОХИМУ), которое было создано Ипатьевым для разработки средств химической защиты в действующей армии. По приглашению Ипатьева с 1927 г. стал работать в руководимой им Лаборатории высоких давлений, где был руководителем отдела. Одновременно Г.А.Разуваев возглавил лабораторию органической химии в Академии наук и стал заведовать кафедрой в Ленинградском технологическом институте, где читал курс химии отравляющих веществ (ОВ).

Работая в Лаборатории высоких давлений, Разуваев изучил свободный радикал дигидрофенарсазин. Занимался он также и прикладными вопросами – исследованием химии ОВ. Ему удалось разобраться в причинах утечки дифосгена из старых артиллерийских снарядов на складах. Одновременно с работой Григорий Алексеевич читал курс химии ОВ в военно-медицинской академии и курс лекций по органической химии в Ленинградском университете. Он был автором, по-видимому, первой в Советской России монографии по химии ОВ.

С 1926 г. Ипатьев сосредоточил свои силы на своём новом детище – Государственном институте высоких давлений. Институт быстро достиг немалых успехов в усовершенствовании технологии производства удобрений; успехи были настолько значительны, что фирма Bayerische Stickstoff Gesellschaft (Баварская азотная компания) обратилась к Советскому Союзу с предложением о совместной разработке нового способа производства фосфорной кислоты. Ипатьев стал руководить работами в германской группе Карла Фрейтага и часто туда ездить. Г.А.Разуваеву приходилось нередко подменять его при чтении лекций. Постепенно в его руки полностью перешли курс органической химии и спецкурс Артиллерийской академии. В 1929 г. Ипатьев получил премию Германского химического общества (5 тысяч марок) и уехал в Германию, а затем на льготных условиях – в Чикаго, где получил лабораторию и работал там до своей смерти в 1952 г. В.Н.Ипатьев считается одним из создателей современной нефтехимии в США.

В мае 1929 г. Г.А.Разуваев (тогда заместитель директора института высоких давлений) по протекции Ипатьева был командирован на стажировку в Баварскую Академию наук в лабораторию Генриха Виланда в Мюнхенском Университете. Знакомство с работой прославленной химической школы Нобелевского лауреата было для Г.А.Разуваева чрезвычайно полезным. Григорий Алексеевич изучал образование свободных радикалов при распаде органических перекисей; результаты этих работ были опубликованы в 1931–1932 г. В Мюнхене у Виланда работал молодой интернациональный коллектив учёных-стажёров из различных стран – России, Англии, Японии, Испании, Эквадора и др. С некоторыми из них Григорий Алексеевич поддерживал дружеские отношения до последних дней своей жизни. По окончании командировки Григорий Алексеевич продолжил исследование химии металлоорганических соединений.

В 1930 г. Г.А.Разуваев вернулся в Ленинград. С 1932 г. заведовал кафедрой отравляющих и взрывчатых веществ в технологическом институте. Но в 1934 г. его арестовали по ложному доносу коллеги по 58-й статье за «контрреволюционную деятельность, помощь европейской буржуазии, вредительство и группировки» и при-

говорили к расстрелу, который был заменён на 10 лет лагерей. Он был этапирован на Север и освобождён только в 1942 г. Окончательное освобождение произошло в 1946 г., а реабилитация – в 1955 г. В заключении Григорий Алексеевич работал на лесоповале, на добыче сланцев, в Воркутинских лагерях на шахте, сортировал уголь, затем анализировал его в лаборатории. Полтора года он работал преподавателем-воспитателем в колонии малолетних преступников. Когда вышел указ об использовании заключённых специалистов по их специальности, Григорий Алексеевич стал работать заведующим производством в посёлке Водный в 25 км от Чибью и заниматься выделением радия из воды. Совместно с профессором Ф.А.Тороповым (тоже заключённым) он написал монографию «Методы получения радия кристаллизацией, обогащение до чистого радия». Ф.А.Торопов и Г.А.Разуваев довели степень извлечения радия из воды до 97%.

Дополнительные трудности для Г.А.Разуваева создавались отсутствием учёной степени. Будучи перед арестом профессором и заведующим кафедрой, Григорий Алексеевич не был даже кандидатом наук, так как учёные степени появились в стране уже после его ареста. В 1945 г. Г.А.Разуваев (ещё не освобождённый!) начальником Водного промысла Дорофеевым был послан в Москву с готовой продукцией – ампулы радия перевозили только нарочными в свинцовых контейнерах с охраной. В Москве Григорий Алексеевич посетил академика А.Н.Несмеянова, который в этой ситуации принял решение о защите кандидатской диссертации Г.А.Разуваевым на тему «Мерихиноидные производные фенарсазинового ряда» по автореферату, написанному по случайно сохранившимся у знакомых оттискам публикаций. И Григорий Алексеевич стал (без паспорта!) кандидатом наук. Через несколько месяцев в начале 1946 г. Г.А.Разуваев получил паспорт и разрешение на выезд без права жить в столицах и больших городах. Тогда же (в 1946 г.) он защитил докторскую диссертацию «Свободные радикалы в реакциях металлоорганических соединений».

В 1946 г. по инициативе А.Д.Петрова он был направлен в Горький на кафедру органической химии Горьковского университета. В должности заведующего кафедрой органической химии Григорий Алексеевич работал до 1971 г. и до конца жизни оставался профессором кафедры. Он читал общий курс органической химии и спецкурс по строению органических соединений. Его слова – у него был громкий выразительный голос – доходили до каждого слушателя. Ориентации на «среднего» студента у него не было, он был убеждён, что приобретение знаний требует постоянной работы с лекциями и учебной литературой. Его спецкурс считался одним из самых сложных. Разуваев был очень требовательным и принципиальным экзаменатором, преимущественными оценками у него были (как для студентов, так и для аспирантов и соискателей) «отлично» и «неудовлетворительно».

С 1940–1950 г. Г.А.Разуваев стал регулярно (раз в неделю) ездить Дзержинск и руководить работой некоторых дзержинских химиков в научно-исследовательском институте химии и технологии полимеров (НИИ полимеров), называвшемся тогда Дзержинским филиалом организации п/я 702.

Жизнь и работа в Горьком – время создания научной школы и признания её руководителя – Г.А.Разуваева. Его учениками стали Ю.А.Ольдекоп, Н.А.Майер, Г.Г.Петухов, Н.С.Вязанкин, В.А.Додонов, Г.А.Домрачев, Г.А.Абакумов, А.Н.Егорочкин и многие другие.

В 1958 г. за исследования по химии свободных радикалов ему была присуждена первая в СССР Ленинская премия по химии. В 1958 г. он стал членом-корреспондентом Академии Наук СССР, а в 1961 г. – академиком; в 1985 г. был избран почётным гражданином города Горького. Особое значение он придавал сочетанию фундаментальных и прикладных исследований. На основе его разработок были внедрены в промышленность эффективные инициаторы и катализаторы полимеризации виниловых мономеров. Под его руководством были созданы способы получения нитевидных монокристаллов и слоистых плёнок германия и других металлов для полупроводниковой техники и электроники. Г.А.Разуваев – соавтор уникальной монографии «Металлоорганические соединения в электронике» [575]. Он был первым председателем Комиссии по применению металлоорганических соединений для получения неорганических покрытий и материалов Научного совета по элементоорганической химии АН СССР и организатором многочисленных совещаний и школ-семинаров по этой проблеме.

Г.А.Разуваевым открыты реакции производных металлов, представляющие новые методы синтеза элементоорганических соединений, используемые химиками России и Зарубежья поныне. Так, совместно с профессором, членом-корреспондентом Белорусской АН Ю.А.Ольдекопом был разработан новый метод синтеза алкильных и арильных производных ртути термическим декарбосилированием ртутных солей карбоновых кислот в присутствии каталитических количеств диацилпероксидов как источников радикалов [576].

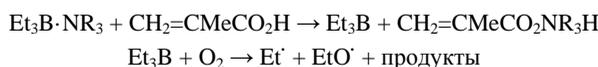


Совместно с профессором М.Н.Бочкаревым, заведующим лабораторией ИМХ РАН, открыт МОС-гидридный метод синтеза металлоорганических соединений взаимодействием алкильных производных металлов с некоторыми элементоорганическими гидридами, в результате чего выделяется углеводород [577].

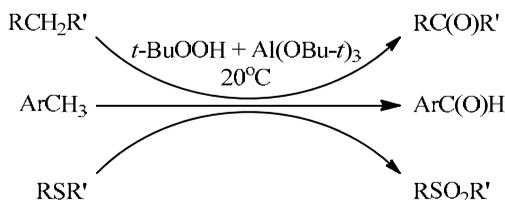


В 1971 г. Г.А.Разуваев перешел на должность директора созданного им Института химии АН СССР и передал заведование кафедрой органической химии ГГУ своему ученику **Виктору Алексеевичу Додонову**. К тому времени к.х.н. В.А.Додонов уже имел опыт работы в НИИ химии при ГГУ в лаборатории д.х.н. Г.Г.Петухова, аспирантом прошёл годичную стажировку в Оксфордском университете в ведущей лаборатории профессора Уильяма А.Уотерса (W.A.Waters) по рекомендации Г.А.Разуваева.

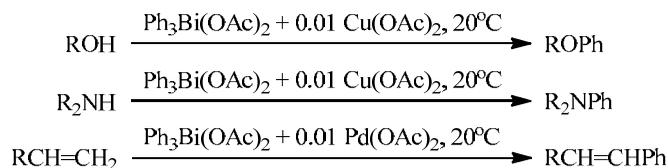
Интерес к пероксидам стал определяющим для В.А.Додонова на много лет вперед. Им были синтезированы новые классы органических и элементоорганических пероксидов (кандидатские диссертации доцентов кафедры Т.И.Зиновьевой, Т.И.Старостиной, С.Н.Забурдяевой, В.В.Чеснокова). Комплексы и радикалы, образуемые при взаимодействии пероксидов с элементоорганическими соединениями, проявляют уникальные свойства иницирующих систем полимеризации, как было замечено В.А.Додоновым в совместных работах с академиком Г.А.Разуваевым и профессором А.В.Рябовым и исследовано с аспирантами Ю.А.Ивановой, З.В.Орловой, Д.Ф.Гришиным, Ю.В.Жаровым, А.И.Дрэгичем, И.Н.Аксеновой, Л.Л.Семеничевой, Ю.Л.Кузнецовой, Ж.В.Гарусовой, А.И.Вилкова, Р.А.Верховых. В результате этих работ были созданы уникальные клеевые составы, способные при комнатной температуре без предварительной подготовки поверхности склеивать до тех пор считавшиеся «неклеящимися» полиэтилен, полипропилен, тефлон, и создавать новые композиционные материалы из этих полимеров и металлов. В строительной промышленности стала применяться новая технология ускоренной клеевой сборки полимерных трубопроводов канализационных систем (внедрено на предприятиях Минюгстроя). В течение ряда лет американская фирма *Dow Chemical* финансировала студентов и аспирантов, работающих в этом направлении. На автозаводах Европы была запущена новая технология сборки автомобилей, где полимерные бамперы на конвейере приклеиваются к стальному кузову. Простота метода обуславливалась использованием стабильного на воздухе комплекса борорганического соединения с амином. В момент смешивания его с метакриловой кислотой происходило высвобождение свободного органоборана, который окислялся на воздухе с высвобождением алкильных радикалов, ведущих процесс отверждения клеевой композиции, а также алкоксильных радикалов, участвующих в прививке макроцепей к поверхности склеиваемого эластомера [578].



Другим важным направлением научных исследований, развиваемым В.А.Додоновым, было изучение реакций окисления органических веществ пероксидами в присутствии соединений металлов (Al, Ti, V). Удалось установить, что в мягких условиях при комнатной температуре можно осуществлять введение кислородсодержащих функциональных групп в углеродный скелет органических молекул различных классов, в том числе инертных углеводородов [579, 580].



Еще одной ветвью научных разработок кафедры органической химии под руководством В.А.Додонова стало развитие органического синтеза с применением арильных соединений сурьмы и висмута в условиях металлокомплексного катализа соединениями меди и палладия. Указанные металлоорганические реагенты позволяют при 20–50°C избирательно действовать на некоторые функциональные группы органических молекул, например, OH, NH, C=C [581, 582]. Работы по этим превращениям велись параллельно Нобелевским лауреатом Сэром Дерекком Р.Х.Бартоном, поэтому получили названия **конденсации Бартона–Додонова** [583].



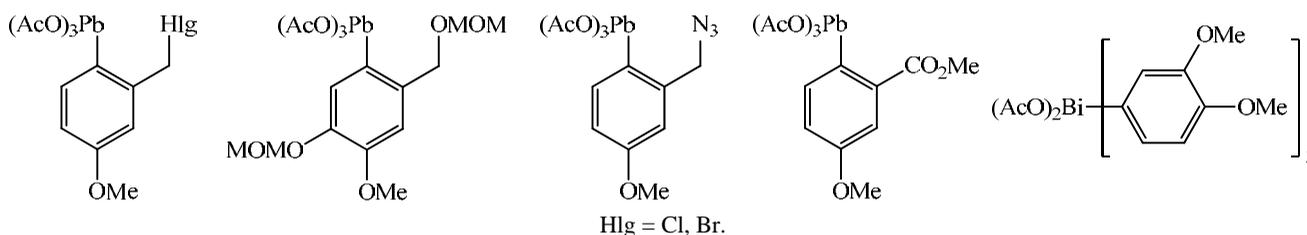
Конденсации Бартона–Додонова.



В настоящее время кафедру возглавляет д.х.н. **Алексей Юрьевич Федоров**. Он окончил химический факультет Горьковского (Нижегородского) государственного университета в 1993 г., защитил кандидатскую диссертацию в 1996 г. под руководством профессора В.А.Додонова. С 1999 по 2015 г. А.Ю.Федоров прошёл путь от ассистента до заведующего кафедрой. В 2008 г. защитил докторскую диссертацию, посвящённую разработке методов арилирования и их применению в синтезе биологически активных соединений; научный консультант – академик И.П.Белецкая.

Научными интересами А.Ю.Федорова являются органический синтез, гомогенный катализ, синтез природных соединений и их аналогов, проявляющих противоопухолевую активность, а также разработка фотоактивных биоконъюгатов.

Научная работа, проводимая А.Ю.Федоровым, сфокусирована в области разработки дизайна, методов синтеза и исследованию свойств соединений, проявляющих биологическую, в частности, противоопухолевую активность. Федоровым и сотрудниками были разработаны новые, получаемые *in situ* полифункциональные арилирующие агенты на основе Bi- и Pb-органических соединений, позволяющие с применением каскадных методик синтезировать различные гетероциклические производные [584–588].



Арилирующие агенты на основе свинца и висмута.

Новым, активно развивающимся направлением работы кафедры является создание мультивалентных фотоактивных противоопухолевых конъюгатов на основе производных природного хлорофилла-*a* и синтетических порфиринов [589], а также новых противоопухолевых агентов на основе природных кумаринов [590], комбрета-статинов [591] и алкалоидов колхицинового ряда [592–594].

## 9. Органическая химия в университетах Ярославля

История высшей школы в Ярославле берет начало в 1803 г., когда на средства П.Г.Демидова было открыто **Ярославское Демидовское училище высших наук**. Училище занимало первую степень непосредственно после двух центральных университетов. Здесь преподавались кроме гуманитарных предметов математика, физика, химия и технология. Первым проректором был избран профессор химии, естественной истории и технологии К.И.Яниш. В 1834 г. училище было преобразовано в Демидовский юридический лицей [595–597].

В 1919 г. на основе Демидовского лицея был образован Ярославский государственный университет, в котором было создано 5 химических кафедр, в том числе кафедра органической химии (заведующий кафедрой – профессор А.И.Горский). Университет в 1924 г. был закрыт, а его педагогический факультет стал самостоятельным вузом – Ярославским педагогическим институтом народного образования, где курс органической химии читал Н.В.Белинский. В Ярославском педагогическом институте в 1927 г. образована кафедра неорганической и органической химии, заведующий кафедрой – профессор А.В.Знаменский [598].

По-настоящему органическая химия в Ярославле начала развиваться после строительства Ярославского завода синтетического каучука СК-1 [599, 600]. Целью строительства завода была замена импортного натурального каучука синтетическим из спирта методом С.В.Лебедева [601]. Каучук был нужен для производства автопокрышек, поэтому завод был построен рядом с Ярославским резино-асбестовым комбинатом. В строительстве завода СК-1 принимал участие и разработчик метода С.В.Лебедев (1874–1934 г.).

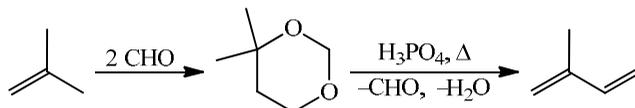
Создание крупной химической промышленности в Ярославле потребовало, во-первых, участия видных промышленных химиков-органиков и, во-вторых, подготовки квалифицированных инженеров, особенно химиков-технологов. Среди ученых, работавших в этой области, отметим, прежде всего, М.И.Фарберова и Б.А.Долгопоска.

В 1944 г. был образован Ярославский технологический институт резиновой промышленности (ЯТИРП), в 1953–1973 г. – Ярославский технологический институт (ЯТИ), в 1973–1994 г. – Ярославский политехнический институт (ЯПИ), а с 1994 г. – Ярославский государственный технический университет (ЯГТУ) [602, 603]. Именно указанные выше ученые возглавили открытые в 1944 г. в новом вузе химические кафедры: технологии основного органического синтеза – М.И.Фарберов, органической химии – Б.А.Долгопоск.



**Марк Иосифович Фарберов** (1899–1986 г.) – доктор технических наук, профессор, почётный химик Минхимпрома СССР и почётный нефтехимик СССР, в 1927 г. окончил химический факультет МВТУ, где учился у таких выдающихся химиков, как А.Е.Чичибабин, А.Н.Несмеянов, В.Н.Ипатьев. В 1927–1938 г. работал главным химиком Ярославского резино-асбестового комбината, затем в Москве заведующим отделом НИИРП. Был репрессирован в 1938 г. Находясь в заключении, заложил теоретические основы нового способа получения диеновых углеводородов. После реабилитации в 1964 г. вместе с М.С.Немцовым разработал и внедрил в производство диоксанный способ получения изопрена. Данное производство в СССР началось на 10–12 лет раньше, чем за рубежом [600].

Д.х.н., профессор **М.И.Фарберов** был руководителем научных лабораторий на заводе п/я 135. С 1947 г. он преподавал в ЯТИРП. Создал ярославскую научную школу промышленных химиков-органиков [604, 605].



Диоксанный способ получения изопрена.

**М.С.Немцов** – один из изобретателей изопренового каучука, лауреат Ленинской премии. Совместно с П.Г.Сергеевым, Р.Ю.Удрисом и Б.Д.Кружаловым открыл метод совместного получения фенола и ацетона – «кумольный». Это открытие было сделано в Ярославле на заводе п/я 135 (ныне – ОАО НИИ «Ярсинтез»).



Академик АН СССР **Борис Александрович Долгопоск** (1905–1994 г.) окончил химический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова в 1931 г. В 1932–1946 г. работал на заводах синтетического каучука. На Ярославском заводе синтетического каучука усовершенствовал разработанный академиком С.В.Лебедевым катализатор синтеза бутадиена из спирта, благодаря чему выход бутадиена повысился на 25%; катализатор был внедрен на всех заводах, вырабатывавших бутадиен из спирта. В 1944–1946 г. преподавал в ЯТИ (с 1945 г. – профессор). С 1946 г. работал во ВНИИСК и одновременно с 1948 г. – в Институте высокомолекулярных соединений АН СССР (ИВС). Создал основы синтеза каучука методом эмульсионной полимеризации. Открыл окислительно-восстановительное инициирование радикальных процессов. В 1957 г. разработал технологию получения стереорегулярного полибутадиена [606–608].

Б.А.Долгопоск [609, 610], возглавив кафедру органической химии, организовал учебный процесс и научные исследования с привлечением студентов. В год основания кафедры на ней работали два преподавателя и один лаборант, обучалось около 150 студентов. На кафедре был организован первый студенческий научный кружок, которым впоследствии руководили профессора Ю.С.Мусабеков и М.И.Фарберов. В кружке начали свой путь в науку будущие профессора Б.Ф.Уставщиков и С.И.Крюков, доцент К.А.Мачтина.



В 1946 г. кафедру возглавил профессор **Юсуф Сулейманович Мусабеков** (1910–1970 г.), окончивший Азербайджанский высший педагогический институт им. В.И.Ленина в 1927 г. В 1939 г. был призван в армию, где начал свой путь рядовым и закончил инженером-капитаном химических войск. Работы по истории химии принесли ему международное признание [602, 603, 611–613]. Вторым направлением исследований Ю.С.Мусабекова было изучение радикальных процессов в реакциях органических соединений.

Ю.С.Мусабеков пригласил на кафедру ряд молодых ученых, которые потом защитили кандидатские диссертации и работали доцентами: Р.М.Басаев, Л.В.Кошкин, В.В.Вороненков, Н.Н.Басаева, С.К.Краморова, И.С.Копашникова, Г.С.Казакова.

В 1972 г. заведующим кафедрой органической химии стал профессор Г.С.Миронов, сменивший на этом посту доцента А.Г.Белороссову. С его приходом начался новый этап развития кафедры.



Кафедра органической химии ЯТИ.



**Герман Севирович Миронов** (1935–2008 г.) окончил ЯТИ в 1958 г. Работал в Воронежском филиале «Гидрокаучука». В 1963 г. защитил кандидатскую диссертацию, в 1971 г. – докторскую, с 1972 г. – профессор. В 1972–1983 г. работал проректором по научной работе Ярославского политехнического института (ЯПИ), с 1972 по 1993 г. – заведующий кафедрой органической химии, в 1983–2005 г. – ректор Ярославского государственного университета им. П.Г.Демидова (ЯрГУ). Автор 4 монографий, более 500 научных статей, около 200 авторских свидетельств на изобретения [602, 603]. Его ученики защитили 10 докторских и более 40 кандидатских диссертаций.

Возглавив кафедру органической химии ЯТИ, Г.С.Миронов пригласил на кафедру В.А.Устинова и Ю.А.Москвичева, которые вскоре защитили кандидатские диссертации и стали доцентами кафедры, а позже – докторами наук и профессорами. Совершенствовался учебный процесс – в курсе органической химии стали на современном уровне рассматриваться механизмы реакций [614]. Г.С.Миронов на кафедре основного органического синтеза ЯТИ разработал промышленные методы синтеза винилкетонов на основе реакции Манниха, причем метод синтеза метилвинилкетона был внедрен в промышленность [615–617]. Позже Г.С.Миронов организовал в ЯТИ новое научное направление – разработку методов синтеза мономеров для термостойких полимерных материалов на основе многоядерных полифункциональных ароматических соединений.

Кафедра органической химии, возглавляемая Г.С.Мироновым, стала настоящей кузницей кадров для высшей школы Ярославля: работники кафедры в разное время работали или работают в большинстве вузов Ярославля. Так, из стен кафедры вышли еще два ректора – Ю.А.Москвичев (ЯГТУ) и А.И.Русаков (ЯрГУ), заведующие кафедрами В.В.Плахтинский, Е.М.Алов, И.Г.Абрамов, А.В.Тарасов и А.В.Колобов (ЯПИ-ЯГТУ), В.А.Устинов [618–620], В.В.Копейкин и В.Ю.Орлов (ЯрГУ), М.В.Дорогов (Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д.Ушинского – ЯГПУ), М.М.Кузнецов (Ярославский государственный медицинский университет).

В.А.Устинов в 1984 г. стал проректором по научной работе ЯрГУ. Благодаря организаторским способностям, В.А.Устинов вместе с Г.С.Мироновым добился существенного расширения проблемной научно-исследовательской лаборатории по синтезу исходных мономеров и полупродуктов и отраслевой лаборатории Минхимпрома СССР.

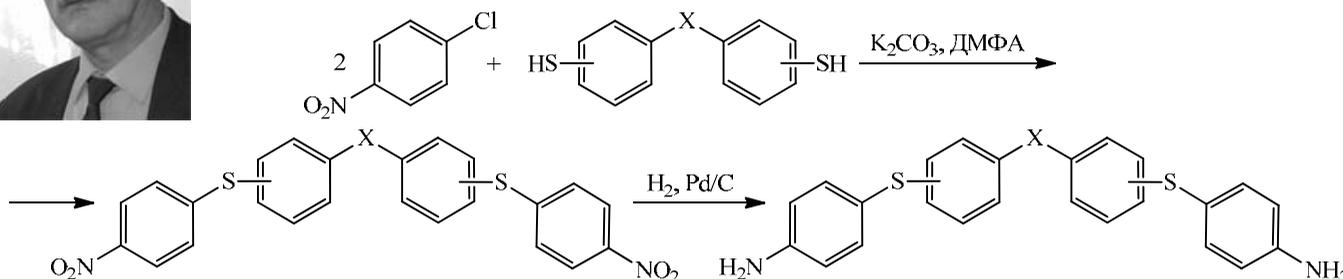
Юрий Александрович Москвичев в период с 1986 по 2007 г. ректор ЯПИ-ЯГТУ. Возглавлял кафедру химической технологии органических веществ. Ученики Ю.А.Москвичева защитили более 10 кандидатских и 2 докторские диссертации (Е.М.Алов и А.В.Тарасов). Под руководством Ю.А.Москвичева проводились исследования методов синтеза серосодержащих производных многоядерных ароматических систем, например, дифенилсульфида и дифенилсульфона [621–623].

Развитию научных исследований способствовало наличие на кафедре подразделения проблемной научно-исследовательской лаборатории по синтезу исходных мономеров и полупродуктов (ПНИЛ) ЯТИ-ЯПИ. Кроме того, кафедра органической химии проводила работы в отраслевой лаборатории Минхимпрома СССР, в рамках которой сотрудничала с НИИ пластических масс [624] и НПО «Химволокно» (ВНИИВПроект) [625].

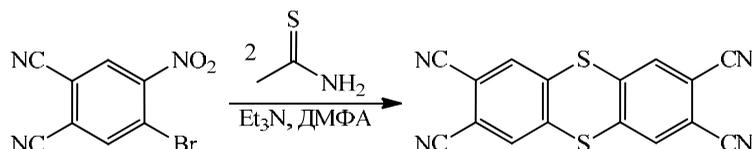
Е.Р.Кофанов исследовал методы синтеза мономеров для термостойких полимеров ряда бензофенона: тетрамина, аминокислот и др. [624, 626], нитрования бифенилкарбоновых кислот, синтеза гетероциклических соединений, обладающих биологической активностью [627, 628]. Его сотрудниками защищено 6 кандидатских и 1 докторская диссертация (А.В.Колобов). В.В.Плахтинский в 1991 г. защитил докторскую диссертацию, а в 1993 г. получил звание профессора. Его учениками защищено 7 кандидатских и 2 докторские диссертации (М.В.Дорогов и И.Г.Абрамов) [629–632]. О.А.Ясинский вместе с А.И.Русаковым впервые в ЯПИ использовал в научных исследованиях методы квантовой химии [633–635]. В.В.Вороненков в 1989 г. защитил докторскую диссертацию, посвященную влиянию конформационных и стереоэлектронных эффектов на протекание радикальных реакций органических соединений [636, 637]. Профессор Т.А.Обухова исследовала реакции окисления алкилбензолов и гидрирование ароматического кольца с получением алкилциклогеканкарбоновых кислот [638–640]. Результаты исследований были внедрены в промышленное производство, что позволило организовать выпуск ЖК материалов.



**Евгений Михайлович Алов** с 1998 г. был избран на должность заведующего кафедры органической химии, эту должность он занимал до 2012 г. Научные исследования Е.М.Алова развивались в области синтеза серосодержащих мономеров для ароматических поликонденсационных полимеров, исследованию реакций, лежащих в основе их синтеза [623, 641–643].



И.Г.Абрамов (с 2005 г. – заведующий кафедрой общей и физической химии) проводит исследования в области ароматического нуклеофильного замещения на примере замещения в ядре фталонитрилов в межфазных условиях. Были определены стадии реакции, разработаны методы синтеза дикарбонитрилов, аннелированных с 5-, 6- и 7-членными гетероциклами [644, 645].



М.В.Дорогов проводил исследования реакции ароматического нуклеофильного замещения нитрогруппы, а также поиск методов синтеза мономеров для термостойких полимеров [632, 646]. В 2000 г. перешел в ЯГПУ им. К.Д.Ушинского, в котором возглавил кафедру органической химии.

Большой вклад в развитие кафедры органической химии внесли также доценты А.Ф.Бетнев, Г.Г.Красовская, К.Л.Овчинников и В.В.Соснина, сотрудники М.С.Бельшева и А.С.Данилова. Отметим также большую работу по переоборудованию кафедры и организации учебного процесса и научных исследований заведующего лабораторией Р.П.Усатюка.



С 2012 г. кафедрой органической химии ЯГТУ руководит доцент, доктор химических наук **Алексей Владиславович Колобов**. Сфера его научных интересов – методы синтеза вицинальных дикарбоновых кислот и их производных, в том числе гетероциклических и макроциклических соединений, обладающих биологической активностью [647–649].

Сегодня на кафедре органической и аналитической химии (объединение произошло в 2015 г.) работают 3 доктора наук и 6 кандидатов наук. Открытая по инициативе кафедры Межфакультетская лаборатория физико-химических исследований ЯГТУ оснащена аналитическим оборудованием исследовательского уровня. В связи с организацией предприятий фармацевтического кластера Ярославской области с 2014 г. кафедра приступила к подготовке бакалавров по направлению «Химическая технология» по профилю «Разработка, производство и контроль качества химико-фармацевтических препаратов и продуктов тонкого органического синтеза».

Преподаватели кафедры читают лекции по органической химии всем студентам-технологам, а также спецкурсы для студентов специальности «Химия». Лабораторный практикум позволяет студентам получать практические навыки работы в химической лаборатории, проводится индивидуально и заканчивается выполнением усложненного синтеза. В настоящее время на кафедре обучается более 350 студентов. Организованы и действуют два научно-образовательных центра (НОЦ) «Органическая химия» ЯГТУ с лабораторией стероидов Института органической химии РАН им. Н.Д.Зелинского (ИОХ РАН) [650] и лабораторией синтеза высокотермостойких полимеров ИВС РАН [651]. Всего же за период с 1981 по 2014 г. работниками кафедры органической химии подготовлены и защищены 13 докторских и около 50 кандидатских диссертаций.



Кафедра органической и аналитической химии ЯГТУ.

Исследования в области органической химии проводятся на ряде химических кафедр института, часто совместно с кафедрой органической химии. Так, на кафедре общей и физической химии под руководством профессора Г.Н.Кошеля разработаны теоретические и прикладные аспекты синтеза функциональных ароматических, алициклических и связанных циклических систем для получения полимеров, жидких кристаллов и биологически активных веществ [652, 653]. Профессор А.В.Тарасов на кафедре химической технологии органических веществ изучает синтез различных производных сульфокрбонновых кислот [654–656]. Отметим также работы в области органической химии профессора Н.П.Герасимовой [623, 657]. Тесные связи установились с ЯГПУ им. К.Д.Ушинского, когда в 2000 г. его кафедру органической химии возглавил М.В.Дорогов.

В 2001 г. на базе кафедры была создана научно-исследовательская лаборатория «Органическая химия». Основным направлением работы лаборатории стала разработка методов синтеза новых органических соединений, обладающих заданной биологической активностью и являющихся основой для создания современных лекарственных препаратов [658–660]. Поддержку лаборатории осуществлял Исследовательский институт химического разнообразия (АО «ИИХР», Москва).

В 2007 г. на базе кафедры и Института проблем хемогеномики при ЯГПУ создан НОЦ «Инновационные исследования». Кафедра ведёт работу по подготовке специалистов для локализованных в ярославском фармацевтическом кластере компаний «Р-Фарм» и «Фармославль» (Россия), «Такеда-Никомед» (Япония), «Тева» (Израиль). С 2016 г. исследовательская работа кафедры переместилась в Центр трансферта технологий фармацевтической индустрии. В настоящее время кафедра органической химии после объединения с кафедрой неорганической химии преобразована в **кафедру химии, теории и методики преподавания химии**, которую с 2016 г. возглавляет **А.В.Колобов**.

Химики-органики ЯПИ-ЯГТУ успешно сотрудничают со многими научными центрами: Уфимским нефтяным институтом [661], Ивановским государственным химико-технологическим университетом [662–664], ИНЭОС РАН им. А.Н.Несмеянова [665, 666], ИОХ РАН им. Н.Д.Зелинского [667, 668], Московской государственной академией ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И.Скрябина [650], Воронежским государственным университетом [669], Иркутским институтом химии СО РАН им. А.Е.Фаворского [670], Институтом синтетических полимерных материалов РАН им. Н.С.Ениколопова [671], ЯрГУ им. П.Г.Демидова [672, 673], а также North-West University (ЮАР) [674].

В 1984 г. ветвь ярославской школы химиков-органиков сформировалась в **Ярославском государственном университете (ЯрГУ)**. Ее основоположником стал ректор ЯрГУ Г.С.Миронов. Была создана кафедра общей и биорганической химии как структурное подразделение биологического факультета (заведующая В.Н.Алексинская).

В 1988 г. кафедру возглавил **В.В.Копейкин**. Основными направлениями ее деятельности были работы по синтезу мономеров для получения полигетероариленов (диаминов), полупродуктов для цветной фотографии (аминов, содержащих разнообразные функциональные группы). Исследовались различные типы реакций восстановления нитросоединений: каталитическое гидрирование [675], электрохимическое восстановление (в присутствии катализаторов-переносчиков), восстановление солями металлов переменной степени окисления. Особое внимание было уделено вопросам региоселективности процессов при конкуренции нескольких реакционных центров. Другим направлением исследований стали процессы, связанные с разрывом связи С–С и образованием новой связи. Исследовалось влияние заместителей в бензольных кольцах на направление превращения дихлорэтиленовой мостиковой группы в реакциях с нитритами щелочных металлов [676].



С 1999 г. кафедру возглавляет **Владимир Юрьевич Орлов**, работы которого связаны с исследованием реакций нуклеофильного замещения водорода в нитроаренах и замещенных бензонитрилах. Удалось получить данные по механизмам реакций, синтезирован широкий ряд новых структур [677, 678]. Результаты исследований реализовались во внедренных технологиях получения новых мономеров и цветных фотоматериалов.

В 2006 и 2007 г. произошло существенное расширение образовательного процесса как по объему, так и по номенклатуре дисциплин в связи с открытием специальности «Прикладная информатика в химии» и подготовки бакалавров по направлению «Химия». Это существенно расширило возможности развития сообщества химиков-органиков в ЯрГУ. На этот момент на кафедре было 5 профессоров, 5 доцентов, 3 старших преподавателя.

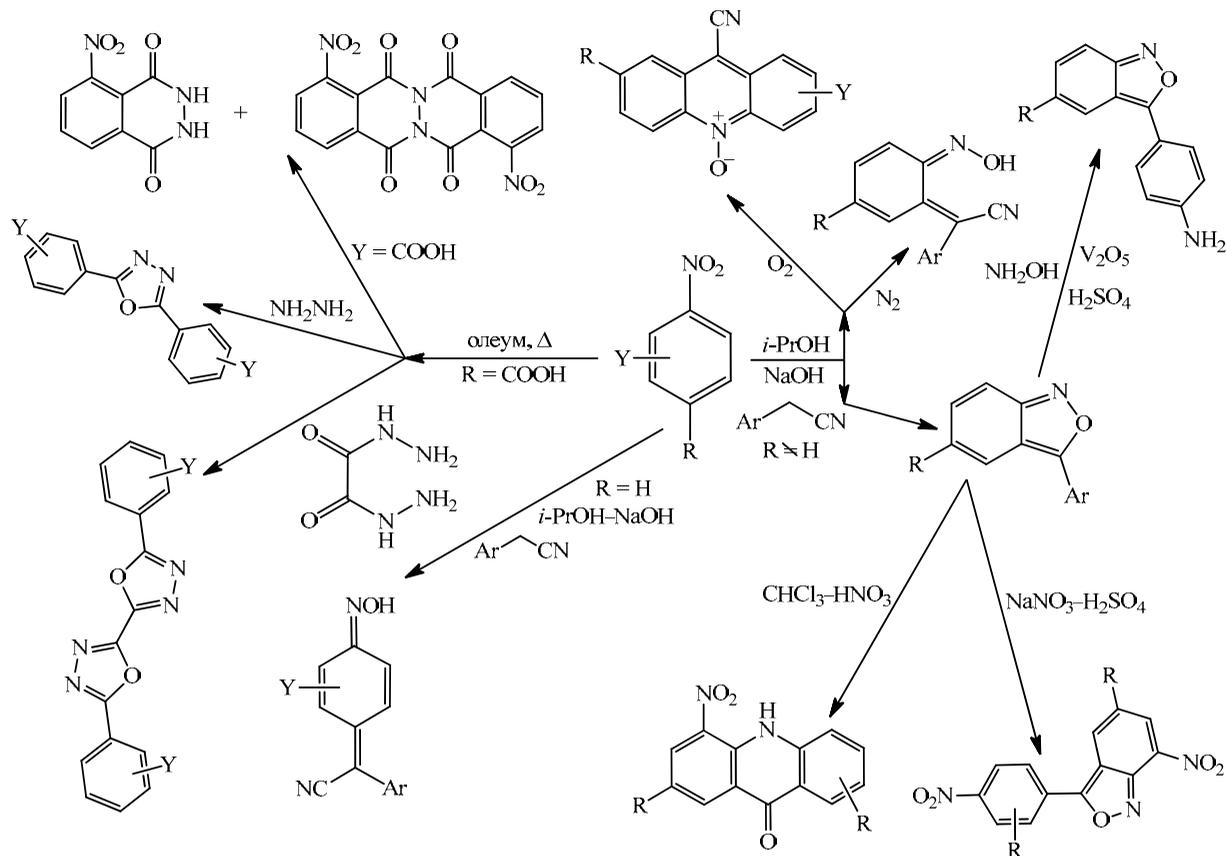


Кафедра органической и биологической химии ЯрГУ.

В 2009 г. в связи с развитием химического образования в ЯрГУ и увеличением количества структурных подразделений кафедра получила название **кафедра органической и биологической химии**. В настоящее время кафедра является структурным подразделением факультета биологии и экологии ЯрГУ и обеспечивает дисциплины химической направленности (органическая химия, биохимия, нанохимия и др.) по направлениям бакалавриата «Химия» (профиль «Медицинская и фармацевтическая химия»), магистратуры «Химия» (программа «Физико-органическая и фармацевтическая химия»), бакалавриата «Биология», «Экология и природопользование», магистратуры «Экология и природопользование» (программа «Экологический мониторинг»). Осуществляется подготовка 6 аспирантов по специальности Органическая химия.

Как часть ярославской школы химиков-органиков кафедра органической и биологической химии имеет устойчивые научные связи с ИОХ РАН, ИНЭОС РАН, ИВС РАН, ТГПУ (г. Тула), ВлГУ, ИОС УрО РАН, ЯГТУ и др. [679, 680]. Приоритетными направлениями научных исследований являются молекулярный дизайн органических структур и реакций, целевой поиск, синтез и тестирование карбо- и гетероциклических систем, химия углеродсодержащих наноразмерных объектов, компьютерное моделирование молекулярных и супрамолекулярных органических объектов, процессов их трансформации, современные методы анализа органических веществ, химия окружающей среды.

Основными направлениями деятельности научной группы профессора В.Ю.Орлова являются изучение реакций нуклеофильного замещения водорода, каталитические системы для реакций нуклеофильного ароматического замещения в гетерофазных системах, реакции гидрирования в проточных реакторах, формирование органической периферии углеродных нанотрубок, компьютерное моделирование молекулярных и надмолекулярных объектов. В результате проведенных исследований получены данные о механизме нуклеофильного замещения водорода в замещенных нитроаренах карбанионами арилацетонитрилов [681].



Предложены каталитические системы, существенно ускоряющие нуклеофильное ароматическое замещение галогенов в нитрогалогенбензолах при реализации процесса в гетерофазной системе [682]. Отработаны алгоритмы оптимизации процессов гидрирования полифункциональных гетероциклических систем в условиях конкуренции процесса по различным центрам. Успешно проведены реакции ковалентной и нековалентной модификации углеродных нанотрубок объемными функциональными группами, что значительно расширило возможности их применения (в частности, для создания композитных материалов, что прошло пилотную апробацию в промышленных условиях). Применение методов компьютерного моделирования позволило получить обширную информацию о структуре и поведении широкого ряда молекулярных, супрамолекулярных и наноразмерных объектов.

В рамках деятельности научной группы под руководством доцента Р.С.Бегунова разработан новый способ синтеза конденсированных производных имидазола с узловым атомом азота в ходе восстановительной циклизации солей *N*-[2-нитро(гет)арил]пиридиний хлорида, открыт новый процесс восстановительной изомеризационной рециклизации *N*-2-нитро(гет)арил-5,6-*R*-бензимидазолов, установлены ключевые интермедиаты, предложен механизм реакций, изучена реакционная способность замещенных пиридо[1,2-*a*]бензимидазолов в реакции электрофильного замещения, дано объяснение высокой региоселективности реакции; осуществлен синтез более 300 не описанных в литературе полиазагетероциклов, исследовано их строение; установлена интеркализирующая активность пиридо[1,2-*a*]бензимидазолов в молекулы ДНК [683, 684].

Особо следует отметить широкое привлечение к научной деятельности молодых исследователей – студентов и магистрантов. За последние годы ими получено более 300 наград, среди которых Медаль РАН им. М.В.Ломоносова, золотые медали НТТМ, ВВЦ. Кроме того, молодые ученые широко привлекаются к конкурсам на получение грантов, что дополнительно мотивирует студентов и расширяет сообщество химиков-органиков.

## 10. Кафедра органической и биоорганической химии Саратовского государственного университета имени Н.Г.Чернышевского



Основателем кафедры и ее руководителем с 1922 по 1947 г. был **Владимир Васильевич Челинцев** (1877–1947 г.) – ученый с мировым именем, членкор АН СССР, член Французского, Американского и Лондонского химических обществ [685]. Именно в этот период были заложены основы научно-педагогической школы кафедры.

В 1900 г. В.В.Челинцев окончил Московский университет, где был оставлен на 2 года на кафедре химии для подготовки к профессорскому званию. Его первым научным руководителем был профессор Н.Д.Зелинский. Владимир Васильевич в 1905 г. находился в университетах Германии, Франции, Швейцарии для ознакомления с учебной и научной работой, побывал в лабораториях Э.Фишера, Я.Вант-Гоффа, В.Гриньяра, А.Лихте и других известных химиков. Его первые самостоятельные исследования, посвященные изучению механизма реакции Гриньяра, были позже обобщены в диссертации «Индивидуальные магнийорганические соединения и их превращения в оксониевые и аммониевые комплексы» (1908 г.). Эти исследования были оценены ведущими химиками-органиками (Н.Д.Зелинским, А.Е.Фаворским) как классические; лауреат Нобелевской премии В.Гриньяр подарил Владимиру Васильевичу свой портрет с автографом. После защиты диссертации приват-доцент В.В.Челинцев был назначен на должность экстраординарного профессора по кафедре химии Императорского Николаевского Саратовского университета (1910 г.). В начавшихся работах по организации лаборатории органической химии, по оснащению ее необходимым импортным оборудованием и реактивами, формированию библиотеки химической литературы принимал активное участие Владимир Васильевич, который писал: «... я счастлив ... что в наших лабораториях уже начали проводиться научные исследования».

Наряду с фундаментальными исследованиями под его руководством велись работы в области нефтехимии, катализа, химической технологии, аналитической химии, истории химии, химии сланцев. В.В.Челинцев ездил на Урал, в Западную Сибирь, побывал на знаменитых уральских заводах, рудниках и привез для Саратовского университета коллекцию минералов, участвовал в работе экспедиций по поиску полезных ископаемых – нефти, газа, торфа, сланцев, соляных отложений – на озере Эльтон.

В 1911 г. в МГУ было уволено все правление университета, выступившее против реакционной политики министра просвещения. В знак протеста 100 профессоров и преподавателей подали в отставку, в том числе и учитель В.В.Челинцева Н.Д.Зелинский. С целью сохранения преемственности научной школы Н.Д.Зелинский настоял, чтобы на должность заведующего его лабораторией органической и аналитической химии был назначен профессор В.В.Челинцев, который и был утвержден исполняющим обязанности экстраординарного профессора Московского университета (см. раздел 4). В 1917 г. уволенных профессоров возвратили на прежние должности, В.В.Челинцев передал свои полномочия Н.Д.Зелинскому и в 1918 г. вернулся в родной город, где был назначен профессором Саратовского университета по объединенной **кафедре органической, неорганической и физической химии** на физико-математическом факультете.

Возглавив кафедру органической химии и лабораторию количественного анализа, Владимир Васильевич продолжил научные исследования, проводимые им в Московском университете, посвященные изучению высших валентностей кислородных, сернистых и азотсодержащих соединений, поиску методов получения гетероциклических соединений.

В 1920 г. по его инициативе было организовано Саратовское химическое общество, которое он возглавлял до 1930 г. и с 1945 г. после его реорганизации в Саратовское отделение Всероссийского химического общества имени Д.И.Менделеева. В 1922 г. Владимир Васильевич был избран членом бюро Менделеевских съездов.

В.В.Челинцев был «*основателем Саратовской химической школы, которую он возглавлял в течение 30 лет*», – так писал о нем академик А.Е.Арбузов в книге «Краткий очерк развития органической химии в России». Коллективом кафедры осуществлялись исследования в области «ониевых комплексов», были определены теплоты образования и составлена таблица термодинамических данных для основных групп органических соединений. На основании термодинамических исследований были исправлены формулы комплексных оксониевых соединений, описанных А.Байером, У.Виллингером. Работы по исследованию ониевых соединений были обобщены в монографиях «Исследования высших валентностей у кислородных, сернистых и азотистых соединений» [686] и «Органические катализаторы» [687].

Значительный период в научном творчестве В.В.Челинцева связан с химией пиррольных соединений. При изучении конденсации пиррола с ацетоном, метилэтилкетонам, метилгексилкетонам им было установлено,

что реакции протекают с образованием систем, включающих четыре пиррольных кольца, являющихся основой структуры природных комплексных соединений хлорофилла и гемоглобина. В 1918 г. была издана монография В.В.Челинцева «Исследование пиррольных соединений».

С 1930 г. начались систематические исследования химии фурана. Особое внимание было уделено фурфуролу – доступному представителю этого ряда, получаемому из сельскохозяйственного сырья, отходов лесоперерабатывающей и гидролизной промышленности. Было установлено явление альдолиза – способность формальдегида (или ацетальдегида) вытеснять фурфурол, а фурфурола – вытеснять бензальдегид из илиденных соединений. Реакции конденсации фурфурола с карбонильными соединениями, приводящие к образованию окрашенных веществ, легли в основу методов определения малых количеств фурфурола, ацетона, формальдегида и ацетальдегида. Была составлена технологическая схема получения фурфурола из лужки семян подсолнечника и открыт цех на Саратовском маслозаводе по его производству.

На кафедре в тридцатые годы выполнялись исследования в области нефтехимии и катализа, изучались характеристики нефтей Второго Баку, методы крекинга и обессеривания нефтей. В.В.Челинцев участвовал в разработке парофазного крекинга и крекинга с окислением, являлся членом комиссии Академии наук СССР по изучению поволжских, прикамских и башкирских нефтей.

В.В.Челинцев полагал, что «*глубокой настоящей оценки научных знаний не может быть ... без истории, без знания хода открытий*». Он писал, что история науки является важным средством воспитания студентов и молодых ученых, обосновывал приоритет открытий русских химиков. В ряде работ В.В.Челинцева была освещена роль русских ученых в развитии органической химии – М.В.Ломоносова, Д.И.Менделеева, А.М.Бутлерова, Н.Н.Зинина, М.Г.Кучерова, А.А.Воскресенского, В.В.Марковникова, Н.Э.Ляскового, А.П.Бородина, изданы книги «Органическая химия в биографиях ее главнейших деятелей», где представлялось 20 портретов, и «Первые русские химики и основание первых русских химических школ». В последние годы жизни Владимир Васильевич увлеченно читал курс лекций по истории химии для студентов. В.В.Челинцев был блестящим педагогом, им были написаны и изданы два учебника «Органическая химия для вузов» с рецензией Н.Д.Зелинского, учебник для техникумов, опубликовано 17 монографий и брошюр, 600 научных и популярных статей и сообщений. Среди учеников В.В.Челинцева следует отметить профессоров Е.К.Никитина, С.И.Спиридонову, Г.В.Медокс, Б.В.Тронова, М.Н.Тиличенко, В.И.Кузнецова, В.И.Есафова и др.



В 1947 г. на заведование кафедрой был избран **Михаил Никитович Тиличенко**. Он пришел на кафедру сразу же после демобилизации из армии, где он находился в составе Войска Польского, и за ратную службу был награжден польским орденом Серебряный крест заслуги. При его участии было создано новое научное направление – химия 1,5-дикарбонильных соединений и образующихся на их основе карбо- и гетероциклических соединений. За короткий период в трудное послевоенное время под его руководством было выполнено и защищено 3 кандидатских диссертации (В.Г.Харченко, В.А.Поповой, Н.К.Астаховой).

М.Н.Тиличенко была открыта новая реакция «дикетонной конденсации» – сшивание одной молекулой альдегида двух молекул кетона, и показано, что 1,5-дикетоны исключительно легко подвергаются карбо- и гетероциклизации, образуя новые ряды шестичленных моно-, би- и трициклических β-кетолов, шестичленных кислород-, азот-, серо-, селенсодержащих (поли)гетероциклических соединений [688].

Учеником М.Н.Тиличенко был профессор **Николае Бэрбулеску**, который в период стажировки на кафедре изучал конденсацию уксусного альдегида с циклогексаном и по возвращении в Румынию сотрудничал с Михаилом Никитовичем.

М.Н.Тиличенко в 1959 г. вместе с учениками уехал во Владивосток, где возглавил кафедру органической химии **Дальневосточного государственного университета**. Им была создана школа химиков-органиков на Дальнем Востоке России, выдающимися представителями которой стали выпускники кафедры: академик РАН Владимир Иванович Высоцкий и профессор Владимир Абрамович Каминский.



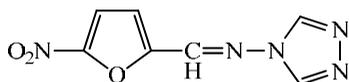
Кандидатскую диссертацию «Получение алкилзамещенных моно- и дивинилкетон» **Александр Александрович Пономарев** защитил 21 июня 1941 г., а 23 июня уже был призван в армию, и все годы Великой Отечественной войны был в действующей армии (по сентябрь 1945 г.) в звании капитана спецчастей, в должности начальника химической лаборатории. В 1952 г. он был откомандирован в докторантуру на кафедру органической химии Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова (1952–1954 г.). Его научным руководителем в МГУ был член-корреспондент АН СССР А.П.Терентьев. В 1954 г. А.А.Пономарев защитил доктор-

скую диссертацию на тему «Исследование в области фурановых альдегидов, кетонов и их производных» и в 1955 г. возглавил кафедру органической химии СГУ.

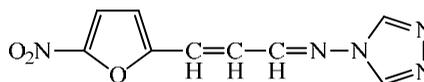
В 1957 г. при А.А.Пономареве была создана одна из первых в стране проблемная лаборатория гидрирования и катализа. На ее базе были созданы лаборатории органического микроанализа, физических методов исследования, каталитического синтеза, каталитических процессов при высоком давлении. Для проведения работ А.А.Пономарев добился строительства специального здания на территории университетского городка – химического павильона, где была размещена автоклавная, смонтирована установка проточного типа для проведения каталитических процессов под давлением. Создание лаборатории способствовало постановке спецкурса «Органический синтез и катализ» и большого учебного практикума к нему.

Развивалась химия фурановых соединений, химия пятичленных азотсодержащих гетероциклов и гетероспиранов. Широко использовались методы гетерогенного катализа, дегидрирование, дегидратация, гидроаминирование при обычном и повышенном давлении. Изучались каталитические свойства платиновых, палладиевых, никелевых, медно-хромовых катализаторов. На основе рутения и родия были получены новые типы катализаторов, которые использовались для каталитического гидрирования гетероциклических и ароматических соединений, в том числе имеющих практическую ценность [689, 690]. Вместе с академиком А.А.Баландиным, автором мультиплетной теории катализа, были установлены и теоретически обоснованы закономерности гидрирования и гидрогенолиза на скелетном никелевом катализаторе  $\alpha,\beta$ -непредельных фурановых кетонов и альдегидов. В этих работах активное участие принимали преподаватели кафедры и сотрудники проблемной лаборатории З.В.Тиль, А.С.Чеголя, А.В.Финкельштейна, Н.С.Смирнова, А.Д.Шебалдова, В.Н.Кравцова, В.В.Зеленкова, Л.В.Власова, Н.С.Монахова, З.Н.Кузьмина и многие другие.

Прикладной аспект этого периода исследований выразился в скрининге биологически активных веществ, чему способствовала организация **межвузовской лаборатории Саратовского государственного университета – Саратовского медицинского института** (К.И.Бендер, Г.М.Шуб, Л.К.Куликова). Были созданы новые нитрофурановые препараты антимикробного действия – *фуразонал* и *фуракрилин* (М.Д.Липанова), противокашлевый препарат *битиодин* (Н.И.Мартемьянова). В Саратовском государственном университете были организованы и проведены первые (1959, 1962 г.) Всесоюзные конференции по химии фурановых соединений.



Фуразонал.



Фуракрилин.

Монография А.А.Пономарева «Синтезы и реакции фурановых веществ» [691] стала настольной книгой химиков, работающих в области фуранов. Под его руководством было защищено 17 кандидатских диссертаций. Его учениками были В.А.Севадкина, А.П.Кривенько, М.В.Норицина, И.М.Скворцов, А.С.Чеголя, ставшие впоследствии докторами наук.

**Валентина Александровна Севадкина** с 1956 г. была ассистентом кафедры, затем доцентом, и с 1963 по 1971 г. – деканом химического факультета. При ее содействии в поселке Шиханы Саратовской области был организован филиал химфака СГУ. Валентина Александровна разрабатывала условия гидролитического раскрытия фуранового цикла с целью получения  $\gamma$ -кетокислот и их эфиров, на основе которых осуществлялся синтез гетероциклов различных рядов. До конца своей жизни (2000 г.) В.А.Севадкина работала в должности профессора кафедры.

Ученик А.А.Пономарева И.М.Скворцов в 1967 г. был направлен на 10-месячную стажировку в Англию в университет Сарри в Лондоне. Под руководством профессора Дж.А.Элвиджа занимался применением метода ЯМР для стереохимических исследований на примере пирролизидинов. По возвращении из Англии изучал стереохимию пирролизидина, его гомологов и пирролизидиновых спиртов. Им с соавторами определен фундаментальный термодинамический параметр для конформационного анализа пирролизидинов – энтальпия *цис-транс* конверсии родоначального основания. В ходе исследования внутримолекулярных водородных связей в пирролизидиновых спиртах был разработан общий метод определения энергии внутримолекулярных водородных связей с использованием газожидкостной хроматографии. Защитил докторскую диссертацию «Синтез и стереохимические исследования в рядах 1,2-дигидропирролизина и пирролизидина» в 1989 г. в МГУ.

После смерти профессора А.А.Пономарева кафедру возглавила **Зинаида Васильевна Тиль** (1968–1971 г.). Научным консультантом кафедры того периода профессором, д.х.н. М.Л.Хидекелем (г. Черноголовка) были начаты новые работы по металлокомплексным соединениям и их применению в катализе. Получены комплексы переходных металлов, кобальта, палладия, платины с гетероциклическими лигандами и показана их высокая

эффективность в процессах восстановления олефиновой, карбонильной, нитро- и иных групп (А.Д.Шебалдова). В 1970 г. опубликована работа «Каталитическое диспропорционирование непредельных углеводородов» (М.Л.Хидекель, А.Д.Шебалдова, М.В.Колечиц, Москва).



В течение 21 года (1971–1992 г.) кафедрой заведовала **Валентина Григорьевна Харченко** (ученица М.Н.Тиличенко). Научные исследования возглавляемого ею коллектива кафедры и отдела органической химии НИИ химии Саратовского государственного университета велись в области химии карбонильных и гетероциклических соединений. Были широко изучены нуклеофильные и электрофильные реакции насыщенных и ненасыщенных 1,5-дикетонов арил-алифатического, семи- и бициклического рядов, выявлены конкурирующие механизмы образования солей пирилия, тио- и селенопирилия, показана способность пиранов рециклизоваться при действии нуклеофилов с образованием тио- и селенопиранов. Установлено, что ацидофобные алкил-, арил- и функциональнозамещенные фураны в сильноокислых средах рециклизуются в соответствующие тио- и селенофены [692–694].

В этих исследованиях принимали участие сотрудники кафедры и ее выпускники, А.Ф.Блинохватов – позже вице-президент РАЕН, ректор Пензенского сельскохозяйственного института, С.К.Клименко – профессор Саратовского аграрного университета, Б.И.Древко – членкор РАЕН, заведующий кафедрой химии Саратовского военного института радиационной, химической и биологической защиты.

В 1989 г. был создан филиал кафедры органической химии при Саратовском филиале Всесоюзного НИИ генетики и селекции промышленных микроорганизмов (СФ ВНИИ генетики). Заведующим филиалом в период его организации и становления был Сергей Петрович Воронин. В 1991 г. филиал был реорганизован с целью привлечения в учебный процесс научного потенциала и материальной базы Института биохимии и физиологии растений и микроорганизмов Российской академии наук (директор профессор В.В.Игнатов, заведующий филиалом доктор химических наук, профессор С.Ю.Щеголев).

По тематике научных исследований кафедры в этот период были проведены пять Межвузовских и Всероссийских конференций «Карбонильные соединения в синтезе гетероциклов» (1977, 1982, 1985, 1989, 1992 г.).



С 1992 по 2008 г. кафедру возглавляла **Адель Павловна Кривенько**. Были разработаны принципиально новые направления превращения фуранов в пятичленные азаетероциклы, 1,5-дикетонов,  $\beta$ -циклокетолов, солей пирилия, пиридиния в шестичленные азотсодержащие соединения ряда (циклано)пиперидина, проведены исследования в области их стереохимии и конформационного анализа, изучены механизмы образования.

Успешный опыт работы кафедры и филиала кафедры при ИБФРМ РАН по подготовке кадров биоорганического профиля создал предпосылки к переименованию кафедры органической химии в **кафедру органической и биоорганической химии**.

**Кафедра и отдел органической химии НИИ химии СГУ. Лаборатории кафедры и отдела.** В 1945 г. при Саратовском государственном университете был создан **Научно-исследовательский институт химии**. Самым большим подразделением СГУ были объединенные кафедра и отдел органической химии, насчитывающие в своем составе до 80 человек. В 90-х годах УНК был преобразован в учебно-научно-производственный комплекс (УНПК), в состав которого вошли кафедра, отдел органической химии и филиал кафедры при ИБФРМ РАН. Отдел органической химии НИИ Химии СГУ включал 3 лаборатории – **химии гетероциклических соединений, каталитического синтеза и тонкого органического синтеза**. В 1994 г. на базе кафедры была создана **лаборатория по испытанию пищевой и сельскохозяйственной продукции НИИ химии СГУ** и аккредитована в системе Госстандарта РФ (зав. лабораторией с.н.с., к.х.н. Г.В.Беспалова). На базе кафедры проводились научные конференции различного ранга [695–697].



С 2008 г. кафедрой заведует **Ольга Васильевна Федотова**. Научные исследования О.В.Федотовой ведутся в области химии сложнопостроенных гетероспирановых, аннелированных, гетеромостиковых N-, O-, S-, Se-содержащих соединений. Под ее научным руководством защищены 14 кандидатских и докторская диссертация **Н.В.Пчелинцевой**. С 2009 г. О.В.Федотова возглавляет химический факультет, реорганизованный в Институт химии СГУ.

На кафедре создан научно-образовательный центр (НОЦ) «Биокатализ», руководитель **С.П.Воронин**; получила развитие спектральная лаборатория (профессор **И.Н.Клочкова**, доцент **А.А.Аниськов**). Большая работа по компьютеризации кафедры проводится профессором

**В.В.Сорокиным.** Академик РАН профессор **А.Ю.Егорова** является научным консультантом журнала «Промышленность Поволжья». По единому плану работают лаборатория органической химии Отделения химических технологий Института химии СГУ, лаборатория кафедры при ИБФРМ РАН (директор – д.х.н., профессор **С.Ю.Щеголев**), лаборатории спектрального анализа, элементного анализа, новых веществ и материалов [698, 699]. Создан **эколого-химический лицей**. На кафедре работает 14 преподавателей, в том числе 8 докторов наук, профессоров.

Кафедра выпускает бакалавров по направлению Химия и Педагогическое образование, магистров (включая представителей из Ирака) по направлению Химия, аспирантов по направлению Органическая химия.

Кафедра всегда имела тесные контакты с вузами и ведущими институтами России, и прежде всего, с МГУ, где сотрудники и преподаватели защищали докторские и кандидатские диссертации, проходили стажировки, проводили совместные научные исследования, публиковались в соавторстве (ИОХ АН СССР, МИТХТ, ИНЭОС РАН, Санкт-Петербургский, Дальневосточный, Воронежский, Самарский, Астраханский университеты, Пермская фармацевтическая академия).

За годы своего существования кафедра выпустила свыше 1000 студентов. Среди ее выпускников академики, членкоры РАЕН, заслуженные деятели науки РФ, свыше 30 докторов и свыше 90 кандидатов наук, 2 ректора, директора заводов и лабораторий, Лауреат государственной премии России, Герой социалистического труда.

### 11. Кафедра органической и биомолекулярной химии Уральского федерального университета (Екатеринбург)

История кафедры органической и биомолекулярной химии Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н.Ельцина уходит своими корнями в начало прошлого века, когда в октябре 1920 г. на Урале был создан Уральский государственный университет. Одним из структурных подразделений университета был политехнический институт (УПИ), объединивший механический, химический и инженерно-лесной факультеты. Директором политехнического института, который представлял собой самую крупную часть нового университета, стал учёный-химик Александр Маковецкий. 15 мая 1925 г. постановлением Совета народных комиссаров РСФСР Уральский государственный университет был переименован в Уральский политехнический институт (УПИ), в котором и началась история кафедры органической химии.\* Первым заведующим кафедрой был назначен **Сергей Гордеевич Карманов**, представитель научной школы профессора Н.Д.Зелинского, а первые научно-исследовательские работы были посвящены магнийорганическим соединениям.



В 1926 г. на должность заведующего кафедрой был приглашен **Исаак Яковлевич Постовский**, получивший образование в Германии, в Мюнхенской высшей технической школе, где он работал в лаборатории Нобелевского лауреата Ганса Фишера. С именем И.Я.Постовского связано формирование в г. Свердловске (ныне Екатеринбург) научной школы химиков-органиков. Глубокая эрудиция и широкие научные интересы позволили внести существенный вклад в различные области органической химии. В этот период научные разработки кафедры были направлены на решение проблем развивающейся на Урале промышленности: исследование состава нефти, добываемой в бассейне реки Чусовой, исследование природы углей и продуктов их полукоксования и др.

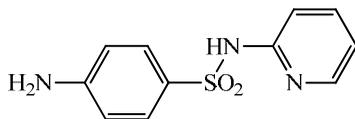
Академик Н.Д.Зелинский, будучи в 1939 г. в Свердловске, посетил кафедру органической химии и оценил ее как одну из лучших в Советском Союзе. В эти годы на кафедре под руководством И.Я.Постовского был выполнен целый ряд пионерских работ в области органической химии, таких как синтез перилена (Л.Н.Голдырев), рублицена (В.И.Хмелевский), а также азахолантрена и других соединений акридинового ряда (Б.Н.Лундин).

#### 11.1. Сульфонамиды и другие антибактериальные препараты

Профессор И.Я.Постовский прививал сотрудникам интерес к физиологически активным веществам, и после открытия стрептоцида (1936 г.) на кафедре активно начало развиваться новое направление, связанное с синтезом и исследованием свойств сульфаниламидов. Были разработаны методы синтеза большой серии веществ этого ряда, исследовано их строение и фармакологическое действие. Одно из соединений – препарат *сульфидин*

\* В данный раздел не вошла история кафедры Технологии органического синтеза Уральского федерального университета.

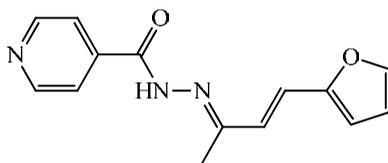
[2-(*para*-аминобензолсульфониламино)пиридин] положил начало эре ан antibактериальных сульфонамидных препаратов в СССР. Позднее были проведены испытания *сульфазола* (1940 г.) и *сульфатиазола* (1941 г.).



Сульфидин – первый российский антибактериальный препарат.

Исследования показали, что сульфаниламидные препараты являются эффективным средством в лечении пневмоний и широкого круга инфекций, отличаясь относительно малой токсичностью. Усилиями сотрудников кафедры органической химии было организовано производство этих препаратов на Свердловском химико-фармацевтическом заводе, благодаря чему были спасены жизни многих тысяч раненых в годы Великой Отечественной войны. Работы по созданию новых лекарственных средств и технологий их производства (сульфидин и др.) были удостоены Государственной Сталинской премии (И.Я.Постовский, 1946 г.).

В послевоенные 50-е годы под руководством профессора И.Я.Постовского на кафедре были организованы исследования по поиску новых противотуберкулезных соединений. Исследования выполнялись совместно со Свердловским научно-исследовательским институтом туберкулеза МЗ РСФСР (ныне Уральский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии МЗ РФ). В результате этих работ был создан противотуберкулезный препарат *ларусан* («лару» при прочтении справа налево «урал»), сохранивший свое значение до наших дней.



Противотуберкулезный препарат ларусан.

## 11.2. Участие в атомном проекте. Фторорганическая химия

Фундаментальные знания, широкий кругозор и способность научного предвидения позволили И.Я.Постовскому внести весомый вклад в развитие химии фторорганических соединений. Одной из проблем в комплексной программе страны по созданию атомного оружия было освоение промышленного разделения изотопов урана. Для суперцентрифуг по обогащению естественного урана изотопом U-238, работающих на высоких скоростях в средах сильнейших окислителей (гексафторид урана), требовались особые смазки на основе перфторированных углеводородов. В 1948 г. И.Я.Постовский и его ученик Б.Н.Лундин возглавили работы по особому правительственному заданию с целью создания знаменитой «смазки УПИ». Их вклад в программу по созданию ракетно-ядерного оружия был отмечен орденом Ленина (1951 г.) и закрытой Государственной Сталинской премией (1952 г.). Профессор Б.Н.Лундин продолжил разработку фторсодержащих смазок (знаменитая «смазка УПИ» и ее аналоги производятся и в настоящее время).

В дальнейшем под руководством И.Я.Постовского и В.Я.Казакова химия фтор- и кислородсодержащих соединений успешно развивалась на кафедре и в лаборатории Химического института Уральского филиала Академии наук СССР. В результате этих работ был создан оригинальный класс фторорганических соединений: перфторированные полиэферы – сополимеры гексафторпропилена и кислорода, получаемые фотохимическим способом. Эти соединения широко применяются в качестве смазок и поверхностно-активных веществ и по сей день. Профессорами кафедры С.В.Соколовым и И.Я.Постовским разработано новое направление исследований, связанное с фтор- и азотсодержащими органическими соединениями. Полученные результаты послужили основой для развития химии и технологии фторорганических соединений и полимеров во Всесоюзном НИИ каучука им. С.В.Лебедева в Ленинграде, куда пришёл работать С.В.Соколов.

Кроме того, в эти годы успешно развивались под руководством профессора Р.О.Матевосяна исследования в области химии свободных радикалов гидразинового ряда. **Рафаэль Оганесович Матевосян** – достойный воспитанник уральской школы химиков-органиков; позднее, в середине 70-х годов он переехал в Ереван, где под его руководством был создан Армянский филиал Института химических реактивов и особо чистых веществ (ИРЕА), который в 1981 г. стал головным по органическим реактивам в системе «Союзреактив».

50-е годы XX века могли стать трагическими для развития химии на Урале. В это время профессора И.Я.Постовского обвинили в идеализме и преклонении перед иностранщиной («теория электронного резонанса») и забвении работ русских ученых. Только в 60-е годы, когда Паулинг стал Нобелевским лауреатом (и в русскоязычной литературе стал именоваться Полингом), Постовскому был прощен «идеализм».

### 11.3. Гетероциклическая химия

Шестидесятые годы прошлого столетия прошли под знаком бурного развития в России и в мире (прежде всего, в США) химии гетероциклических соединений. В это время на кафедре были синтезированы сотни разнообразных производных гетероциклических соединений, для исследования их физико-химических свойств активно использовались физические методы, такие как ИК и УФ спектроскопия, полярография, измерение дипольных моментов, масс-спектрометрия, ЭПР. И.Я.Постовский с сотрудниками (Н.П.Беднягина, Н.Н.Верещагина, И.Н.Гончарова, В.А.Ершов) и коллегами из ВНИХФИ (Ю.Н.Шейнкер) выполнили пионерские работы по азидо-тетразольным перегруппировкам в азольном и азиновом рядах соединений.

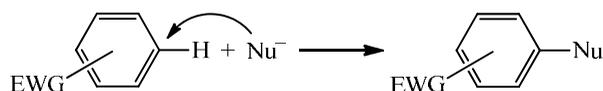
В эти же годы было положено начало химии гетероциклических формазанов. Толчком послужило наблюдение профессора Н.П.Беднягиной, что спиртовые растворы 1-алкил-2-гидразинобензимидазолов при стоянии на воздухе приобретают интенсивную фиолетовую окраску, и из реакционных растворов постепенно происходит выделение фиолетовых кристаллов. Совместно с И.Я.Постовским, который ранее занимался арилформазанами, было расшифровано их строение как 1,5-ди(1-алкилбензимидазол-2-ил)-3-замещенных формазанов. Так была открыта реакция самоокисления гетарилгидразинов, позволяющая осуществить синтез широкого ряда симметричных и несимметричных гетарилформазанов и их комплексов с металлами, широко используемых в качестве аналитических реагентов, тест-систем и электрохимических сенсоров, катализаторов, а также компонентов оптических регистрирующих сред и красителей специального назначения.

В 1968 г. в Свердловске прошло первое Всесоюзное совещание по физико-химическим свойствам гетероциклических соединений.

### 11.4. Нуклеофильное замещение водорода – новая методология органического синтеза



В семидесятые годы **Олег** **Николаевич** **Чупахиным**, который сменил в 1976 г. И.Я.Постовского на посту заведующего кафедрой, и его аспирантами (В.А.Трофимов, В.Г.Кириченко, В.Л.Русинов, Е.О.Сидоров, Т.Л.Пиличева, В.Н.Чарушин, В.И.Шилов, А.И.Матерн, С.К.Котовская) был выполнен обширный цикл пионерских работ по систематическому изучению реакций нуклеофильного ароматического замещения водорода, области их применения, установлению строения интермедиатов, механизма и кинетических закономерностей реакций, которые заложили основы  $S_N^H$  методологии.



Работы по изучению нуклеофильной атаки на СН в ароматических системах впервые в мировой практике были обобщены в обзорной статье О.Н.Чупахина и И.Я.Постовского, опубликованной в 1976 г. в журнале «Успехи химии» [700].

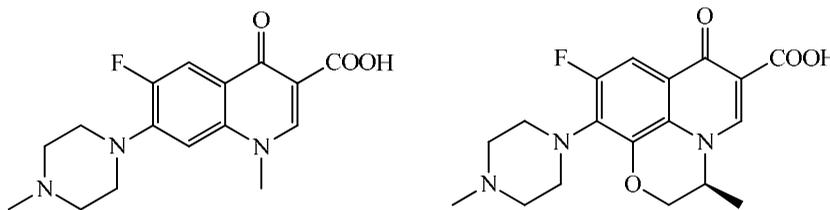
В то время в учебниках по органической химии утверждалось, что «замещение водорода в ароматическом кольце маловероятно» [701]. В последующие десятилетия картина изменилась радикальным образом: сотни опубликованных сообщений, десятки обзорных статей и две монографии [702–713] сделали эту область, по образному выражению профессора Ф.Терье, «...the fascinating subject...» (очаровательным предметом исследований) [714] и одной из самых привлекательных тем для авторитетных химических изданий. Исследовательские группы из Польши, Бельгии, Германии, Испании, Японии, США и нескольких научных центров России (Москва, Ростов, Новосибирск, Санкт-Петербург, Екатеринбург, Ставрополь, Казань) внесли весомый вклад в развитие прямой нуклеофильной С–Н функционализации, тем самым продемонстрировав значимость этой темы и ее международное признание, что нашло отражение в коллективной монографии [647]. Кроме того, в современной версии учебника Марча по органической химии [715] глава 13, посвященная реакциям ароматического нуклеофильного замещения, содержит подраздел «водород как уходящая группа».

Работами исследователей кафедры (профессора Г.В.Зырянов, Е.Н.Уломский, В.Л.Русинов, В.Н.Чарушин, Д.Н.Кожевников, доценты М.В.Вараксин, С.Л.Деев, И.А.Утепова, И.С.Ковалев, научные сотрудники А.А.Мусихина, И.А.Халымбаджа, Д.С.Копчук, П.О.Серебренникова, Р.Ф.Фатыхов) показано, что реакции  $S_N^H$  имеют огромное фундаментальное и практическое значение, позволяя модифицировать разнообразные нитро- и азаароматические соединения и их бензоаннелированные аналоги, а также хиноны, азины, порфирины, азулены и другие ароматические субстраты посредством нуклеофильного замещения водорода и образования новых связей «углерод–углерод» и «углерод–гетероатом». Методология  $S_N^H$  включает огромное количество реакций, таких как нуклеофильное алкилирование, алкенилирование, алкинилирование, арилирование, аминирование, аминокарилирование, гидроксילирование, алкоксилирование, цианирование, цианометилирование, галогенирование, сульфурирование, а также цимантренилирование, карборанилирование, ферроценилирование и др.

Накопленный материал по реакциям  $S_N^H$  показывает, что настало время для осмысления и, возможно, изменения логики органического синтеза. В самом деле, атомы галогена в ароматическом ядре и другие уходящие группы, которые обычно легко замещаются нуклеофилами, могут рассматриваться как заместители, защищающие данный атом углерода, и направляющие тем самым нуклеофильную атаку на связь С–Н. Американские химики Daniel Morton и Huw Davies считают эту область настолько важной для будущего, что они предложили химикам-органикам создать Центр, занимающийся вопросами селективной С–Н функционализации [716].

### 11.5. Работы по созданию лекарственных препаратов

**Фторхинолоны.** Одним из ярких достижений химической науки в XX веке, бесспорно, является создание нового поколения эффективных средств борьбы с бактериальными инфекциями на основе соединений фторхинолонового ряда. Кафедра, имеющая значительный опыт работы с гетероциклическими и фторорганическими соединениями, приняла участие в развитии этой тематики.



Фторхинолоновые антибиотики пefлоксацин – один из первых представителей семейства фторхинолонов и энантимерно чистый левофлоксацин.

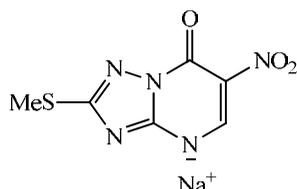
Сотрудниками кафедры (О.Н.Чупахин, В.Н.Чарушин, Г.Н.Липунова, Г.А.Мокрушина, С.К.Котовская, Э.В.Носова, З.М.Баскакова, Г.М.Петрова, О.М.Часовских, Е.В.Цой, Н.М.Перова, М.Г.Понизовский) совместно с Институтом органического синтеза им. И.Я.Постовского Уральского отделения РАН, Институтом органической химии им. Н.Д.Зелинского РАН (академик О.М.Нефедов, с.н.с. Н.В.Волчков), Институтом органической химии Уфимского научного центра РАН (академик Г.А.Толстикова, В.А.Груздев) и Волгоградским филиалом Института катализа им. Г.К.Борескова СО РАН (академик В.Н.Пармон), в тесном сотрудничестве с биологами Института антибиотиков (академик РАМН С.М.Навашин, профессор И.П.Фомина), Института микробиологии 48 ЦНИИ МО РФ (профессор П.Г.Васильев, Е.В.Пименов) был выполнен обширный цикл научно-исследовательских, технологических и опытно-конструкторских работ по синтезу *пefлоксацина*, *левофлоксацина* и других антибактериальных препаратов фторхинолонового ряда, а также их гетероаналогов в рядах би-, три- и полициклических фторсодержащих гетероциклов [717–722]. Разработанные технологии синтеза «пefлоксацина» и других фторхинолонов были апробированы на опытном заводе Института катализа им. Г.К.Борескова СО РАН в Волгограде.

**Триазавирин и другие азолазины.** Азотсодержащие гетероциклы всегда были в зоне внимания исследователей кафедры органической и биомолекулярной химии с учетом того, что многие из веществ этого ряда являются аналогами жизненно важных структур ДНК и РНК.

Азолы, азины, азолазины и их нитропроизводные первоначально рассматривались в качестве основы для создания энергоемких соединений с критически высоким содержанием азота. Цикл работ в этой области был удостоен в 1990 г. премии Совета Министров СССР (О.Н.Чупахин, В.Л.Русинов, Ю.А.Азев, Т.Л.Пиличева), а позднее (в 2005 г.) исследование азолааннелированных нитроазинов было отмечено научной премией им. Н.Д.Зелинского РАН (О.Н.Чупахин, В.Л.Русинов, Г.Л.Русинов).

В результате систематического изучения соединений азолоазинового ряда [723–728] и обстоятельных междисциплинарных исследований, выполненных совместно с Институтом гриппа МЗ РФ, г. Санкт-Петербург (академик О.И.Киселев, А.В.Васин, Э.Г.Деева), Вирусологическим центром МО РФ, г. Сергиев Посад (член-корреспондент РАН С.В.Борисевич) и Институтом военной медицины, г. Санкт-Петербург (С.В.Чепур, А.В.Степанов), а также Волгоградским государственным медицинским университетом (академик А.А.Спасов) созданы новые оригинальные семейства биологически активных веществ.

Первый противовирусный препарат этого ряда *триазавирин* (натриевая соль 2-метилтио-6-нитро-1,2,4-триазоло[5,1-с]-1,2,4-триазин-7-она, дигидрат) прошел полный цикл клинических испытаний в качестве противогриппозного средства и включен 28.08.2014 г. в реестр лекарственных средств Российской Федерации (№ ЛП-002604). Заводом «Медсинтез» и Уральским центром биофармацевтических технологий организован промышленный выпуск препарата и его распространение с 2015 г. через аптечную сеть.



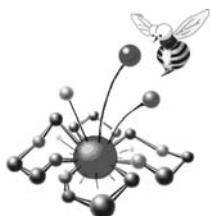
Триазавирин – противовирусный препарат широкого спектра действия.

В стадии клинического изучения находится препарат *триазид* (аргининиевая соль 5-метил-6-нитро-1,2,4-триазоло[1,5-а]пиримидин-7-она). Работы по созданию противовирусных препаратов азолоазинового ряда были удостоены премии имени В.Н.Татищева и Г.В. де Генина в области науки, техники и медицины за 2008 г., а также международной премии Prix Gallien Russia 2016 как лучшее исследование в России в области фармацевтики (академики О.Н.Чупахин и В.Н.Чарушин, член-корреспондент РАН В.Л.Русинов).



Генеральный секретарь международной премии Prix Gallien Russia Ф.Бушесеш (Франция), членкор РАН В.Л.Русинов, генеральный директор ООО «Завод Медсинтез» А.А.Петров и академики О.Н.Чупахин и В.Н.Чарушин на церемонии вручения премии за лучшее научное исследование в области фармацевтики.

Кафедра и её основоположник академик И.Я.Постовский, именем которого названа улица Екатеринбурга и Институт органического синтеза, оказали огромное влияние на зарождение уральских химических институтов системы АН СССР, Восточного углехимического института, Института УНИХИМ, а также на становление фармацевтической и химической науки и промышленности в Свердловской области.



По инициативе кафедры в Екатеринбурге в 1998 г. (в год столетия со дня рождения И.Я.Постовского) была проведена первая Молодежная конференция по органической химии, эмблема которой выдержала испытание временем и стала символом молодежных научных школ России, проводимых в ее ведущих научных центрах.



Лекторы первой Молодежной школы-конференции по органической химии.

В течение длительного времени кафедра органической химии УПИ-УГТУ относилась к числу так называемых «невыпускающих» и обеспечивала общую подготовку по фундаментальной органической химии студентов не только химико-технологического, но и других факультетов, таких как технологии силикатов, металлургический, физико-технический и т.д. С 2008 г. кафедра ведет подготовку магистров по направлению «Химическая технология», профиль «Комплексное химическое и физическое исследование и экспертная оценка органических материалов», а с 2011 г. реализует магистерскую программу по направлению «Химия», профиль «Медицинская химия».



С 1 сентября 2016 г. кафедрой заведует академик **Валерий Николаевич Чарушин**, ученик академика О.Н.Чупахина, директор Института органического синтеза им. И.Я.Постовского, сохраняя тем самым в прямом и переносном смысле традиции «академической» кафедры, ведущей фундаментальные исследования в тесной кооперации с академическим сообществом.

Уральская научная школа химиков-органиков хорошо известна в России и за рубежом. За время развития кафедры ее сотрудники удостоены двух Сталинских премий, двух премий Совета Министров СССР и двух Государственных премий РФ. Так, Государственная премия РФ 2011 г. в области науки и техники была присуждена за крупный вклад в развитие органического синтеза, разработку инновационных технологий производства лекарственных средств и материалов, в том числе специального назначения (О.Н.Чупахин, В.Н.Чарушин), а в 2015 г. – премия Президента Российской Федерации в области науки и инноваций для молодых ученых была присуждена Д.Н.Копчуку за разработку новых люминесцентных и функциональных материалов для молекулярных устройств различного назначения.

## 12. Кафедра органической химии Самарского государственного технического университета

Химическая отрасль в Самарской губернии, как и в других регионах СССР, удаленных от центров химической науки, до середины XX века была представлена весьма примитивными с технологической точки зрения предприятиями по производству серы, спичек, бертолетовой соли и серной кислоты, удобрений. Учебных заведений, в которых бы готовились кадры для химической промышленности, не было.



В феврале 1930 г. было принято решение в кратчайшие сроки создать в Самарском крае химико-технологический институт. В составе Средне-Волжского химико-технологического института и была организована кафедра органической химии под руководством профессора **Николая Ивановича Путохина**.

**Н.И.Путохин** в 1916 г. окончил **Московский университет** по специальности «Химия». Затем в 1917 г. он закончил **Московский сельскохозяйственный институт** (в дальнейшем Тимирязевская сельскохозяйственная академия) по специальности «органическая и агрономическая химия». Там он привлек внимание академика Н.Я.Демьянова, который по окончании обучения Н.Я.Путохина ходатайствовал «оставлению его для приготовления к научной и учебной деятельности» по кафедре органической химии. С 1921 г до ноября 1927 г. он работал на кафедре органической химии у академика Н.Я.Демьянова.

Под его руководством Н.И.Путохин занимался разработкой новых путей синтеза аминокислот. Работы Н.И.Путохина, посвященные исследованиям пролина и триптофана [729–731] вызвали большой интерес химического сообщества. По мнению академика Н.Я.Демьянова «...этот цикл исследований проведен весьма искусно и успешно... особенно важно открытие нового оригинального и изящного метода синтеза пролина...». Работа о синтезе пролина получила высокую оценку в виде премии им. А.М.Бутлерова от Русского Физико-химического общества в 1925 г.

В 1927 г. Н.И.Путохин был избран на должность профессора по кафедре неорганической и органической химии **Самарского сельскохозяйственного института (СХИ)**, где проработал до декабря 1941 г. Работая в СХИ, он активно занимался созданием кафедры органической химии (а также лаборатории органической химии) в Самарском химико-технологическом институте, которая была открыта в 1930 г., а он стал ее заведующим.

В этот период Н.И.Путохиным был осуществлен ряд новых изомерных превращений азотистых гетероциклов – показана способность азотистых гетероциклов (производных изатина, пиррола и индола) к расширению цикла [732–737]. Другой цикл работ привел к созданию нового метода получения диаминов и оксиаминов жирного ряда, где в метод Габриеля был введен ряд усовершенствований. Путохин проводил синтез этилендиамина в присутствии  $K_2CO_3$ , так что фталимид калия *in statu nascendi* реагировал с этиленбромидом. Выход этилендиамина достигал 55–60% [738, 739]. Другие амины получались почти с теоретическим выходом.

Одно из направлений научной деятельности Н.И.Путохина было связано с разработкой новых методов получения аминов, включающих пиррольные и индольные кольца. Это работы по восстановлению пиррольного и индольного кольца, разработка метода получения пролина каталитическим восстановлением пирролкарбоновой кислоты и изучение ряда производных пролина. Ряд работ был посвящен изучению действия формальдегида на пирролидин и пиперидин. Были изучены производные изатина и фталимида, показана изомеризация этилендиизатина в хинолин.

По причине разногласий с представителями партийного актива, в 1933 г. Н.И.Путохин был вынужден временно покинуть кафедру, и исполняющим обязанности заведующего стал доцент **А.С.Некрасов**, научные работы которого были направлены на изучение закономерностей протекания реакции Фриделя–Крафтса. В 1934 г. Н.И.Путохину была присуждена ученая степень доктора химических наук без публичной защиты диссертации, и с 1936 г. он вновь стал возглавлять кафедру органической химии.

В годы Великой Отечественной войны сотрудники кафедры органической химии работали в интересах оборонной промышленности для предприятий Куйбышевской области, в частности, разрабатывали новые способы использования отходов сланцевой и нефтяной промышленности. В послевоенные годы Н.И.Путохин основал кафедру химии и в Куйбышевском авиационном институте.

Н.И.Путохин изучал методы получения бромфталимида и его применения для синтеза органических веществ, в частности бромирования различных субстратов [740], особенности выделения аминокислот в чистом виде при гидролизе белков, окисления аминокислот. Совместно со своим коллегой Д.Е.Чуркиным Путохин проводил исследования пиролиза ароматических углеводородов, поставив задачу установления химизма превращения углеводородов под влиянием высокой температуры. Им предложен **механизм перегруппировки Гофмана**, согласно которому [741] галоген в галоидаминосоединениях связан с кислородом [742]. Одним из главных направлений исследований стала химия тиофена. Была показана способность 2-аминометилтиофена и 2-тиенилкарбинола к изомеризации с расширением кольца [743]. Значительная часть усилий коллектива кафедры в эти годы была направлена на изучение особенностей электрофильного замещения в тиофеновом ряду [744].

Несмотря на крайнюю неустойчивость аминов тиофенового ряда, школой Путохина не только были разработаны методы их синтеза (в том числе и 2,4-диаминотиофена) [745] и выделения в виде двойных оловянных солей, но и было опровергнуто устоявшееся мнение о неспособности аминотиофенов к диазотированию. При диазотировании аминотиофенов в обычных условиях легко протекает электрофильное замещение в тиофеновом кольце, приводящее к самоконденсации и последующему образованию полимера. Однако при диазотировании солей аминов с хлоридом олова(IV) получают с высокими выходами соли диазония и их производные, причем можно получить даже бисдиазониевые соли [746]. Работа в области диазотирования 2-тиофенамина открыла выход на новые азокрасители ряда тиофена [747]. Н.И.Путохиным разработан удобный метод нитрования тиофеновых субстратов при применении в синтезе тригидрата  $Cu(NO_3)_2$  в смеси уксусной кислоты с уксусным ангидридом. Для 2-нитротииофена выход составил 85% [748]. Метод был распространен на замещенные тиофены, арил-, гетарилтиофены, 2,2-битиенил. Сульфохлорированием тиофена и ряда его производных хлорсульфоновой кислотой синтезированы соответствующие сульфохлориды, на основе которых были полу-

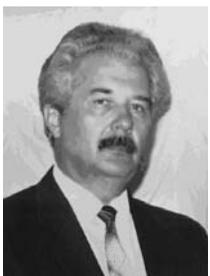
чены тиофеновые аналоги сульфамидных препаратов [749]. Изучены свойства карбонильных производных тиофенового ряда [750].

Большое внимание Н.И.Путохин уделял методической работе, вышедший в 1956 г. учебник по органической химии выдержал три переиздания, был переведен на вьетнамский язык.

Научные изыскания в области химии тиофена были продолжены учениками Н.И.Путохина. Эта новая и весьма перспективная область органической химии получила значительное развитие в работах многих его учеников, в том числе **Л.А.Казницыной**, ставшей впоследствии профессором химического факультета МГУ [751].



С 1966 по 1977 г. кафедрой возглавлял ученик Н.И.Путохина **Андрей Евгеньевич Липкин** (1932–1987 г.). Параллельно с 1965 по 1971 г. А.Е.Липкин был деканом химико-технологического факультета и в эти годы занимался исследованием химии гетарилтиофенов. Его ученики впоследствии составили костяк научно-педагогического состава кафедры. Ими были разработаны методы синтеза 4-тиенил- и битиенилтиазолов и их производных, изучены особенности бромирования по тиофеновому кольцу [752]. Под руководством А.Е.Липкина подробно изучены закономерности в характере ориентации и активности в реакциях электрофильного замещения в 2,2-битиофене [753] и его замещенных, а также в производных хинолина [754]. Получено большое количество функционально замещенных гетероциклов [755–757]. Получены вещества с выраженной биологической активностью (антимикробный препарат «Нибитин») [758], новый класс органических люминофоров, лазерных красителей и высокоселективных аналитических реагентов.



С 1977 г. кафедрой органической химии стал заведовать **Николай Васильевич Стулин** (1937–2000 г.). Николай Васильевич Стулин был прекрасным педагогом и любимцем студентов. Коллеги отмечали его исключительную энергию, инициативность, умение мобилизовать коллектив, находчивость, коммуникабельность и в то же время принципиальность. Главный его девиз «Ты патриот кафедры» являлся основным кредо коллектива, а сам Н.В.Стулин был душой кафедры.



В 1980 г. на должность заведующего кафедрой был избран известный специалист в области химии нитросоединений **Игорь Константинович Моисеев**, который руководил кафедрой 24 года (до 2004 г.). И.К.Моисеев родился в 1932 г., в 1955 г. окончил инженерно-технологический факультет Куйбышевского индустриального института. В 1960 г. он поступил в аспирантуру Казанского химико-технологического института. После защиты кандидатской диссертации под руководством профессора И.Е.Мойсака работал доцентом Куйбышевского политехнического института, а затем был приглашен на работу в Дзержинский научно-исследовательский химико-технологический институт.

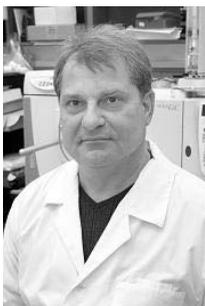
С середины 1960-х годов в ряде ведущих институтов страны начались исследования в области органического синтеза углеводородов каркасного строения. Под руководством членкора АН СССР С.С.Новикова группа специалистов ИОХ им. Н.Д.Зелинского начала исследования новых соединений на основе адамантана. И.К.Моисеев активно подключился к этой тематике. В 1978 г. И.К.Моисеев защитил докторскую диссертацию и был назначен на должность заведующего лабораторией высокоэнергетических материалов, а летом 1980 г. он переехал в г. Куйбышев. Здесь он стал позже и деканом химико-технологического факультета. Направление работ И.К.Моисеева включало разработку методов синтеза производных адамантана, содержащих группы  $\text{NO}_2$ ,  $\text{ONO}_2$ ,  $\text{NHNO}_2$ , что позволило получить вещество более мощное, чем тротил, и устойчивое к прострелу пуль [759].

Под руководством И.К.Моисеева в Куйбышеве проводились работы в области химии полициклических соединений каркасного строения, по изучению методов активации углерод-водородной связи в электрофильных средах, химического поведения адамантана и родственных ему соединений в реакциях с азотсодержащими электрофилами и окислителями [760], по разработке новых методов получения производных адамантана и направленному синтезу биологически активных соединений широкого спектра действия [761] (докторская диссертация Ю.Н.Климочкина, 1999 г.).

В это время были установлены принципы функционализации каркасных соединений, разработаны препаративные способы получения широкой группы соединений с практически ценными свойствами для нужд меди-

цины, полимерной химии, электрохимии, сельского хозяйства. Разработанные технологии получения лекарственных препаратов ремантадин и мидантан были внедрены на заводе (г. Олайне, Латвия) [762].

Другое направление – разработка методов синтеза кетонов, содержащих адамантильный заместитель, продиктовано не только химическими задачами, но и возможностью получения биологически активных соединений. Разработаны методы синтеза бромметиладамантилкетон $\alpha$ - и  $\beta$ -ненасыщенных кетонов и др. (докторская диссертация Н.В.Макаровой, 2001 г.). Изучены их химические свойства, определены пути синтеза на их основе гетероциклических соединений [763]. Велись исследования и в области насыщенных гетероциклов адамантанового ряда (оксираны, иминоксатиоланы), легшие в основу докторской диссертации А.К.Ширяева (2005 г.) [764]. Результаты исследований, проводившихся на кафедре более 25 лет, были отражены в монографии «Успехи химии адамантана» [765].



Дальнейшее развитие кафедры органической химии связано с **Юрием Николаевичем Климо́чкиным**, который руководит кафедрой с 2004 г. Ю.Н.Климочкин (1959 г.р.) закончил в 1981 г. химико-технологический факультет Куйбышевского политехнического института, а затем аспирантуру и докторантуру по специальности «органическая химия». В 1999 г. Ю.Н.Климочкин был назначен на должность проректора по научной работе Самарского государственного технического университета, которую он занимал до 2009 г.

С 2005 г. кафедра органической химии является выпускающей по специальности «Фундаментальная и прикладная химия», бакалавриату и магистратуре («Химия»). Область научных исследований, проводимых на кафедре сегодня: проблема активации углерод-водородной связи субстратов каркасного строения, химия стерически затрудненных алкенов, направленный синтез вирусных ингибиторов каркасной структуры [766], бензаннелированные гетероциклы на основе каскадных превращений *o*-хинонметидов (докторская диссертация В.А.Осянина, 2014 г.) [767], стереоселективные процессы создания связей С–С при катализе комплексами переходных металлов с хиральными лигандами, химия производных конденсированных пиримидинонов, хинолина и битиофена, разработка технологий синтеза биологически активных веществ.



Химический корпус Самарского государственного технического университета.  
Бывшее здание Крестьянского поземельного банка, построенное в 1911 г. по проекту Александра фон Гогена.

### 13. Органическая химия в Тверском крае

Химическое образование в Тверском крае берет свое начало от Женской учительской школы П.П.Максимовича (1870 г.), хотя богатые тверские предприниматели еще в начале XVIII века, не обладая большими знаниями по химической науке, строили заводы по переработке природного сырья. Так, первыми крупными предпринимателями, изготавливавшими канифоль, скипидар и гарпиус, были А.Савёлов и братья Томилины, организовавшие в 1720 г. химический завод. В указе Петра I (от 10 июля 1719 г.) было сказано, что «*означенным лицам позволено строить заводы в Московском уезде, ... в Твери, и в Медынском уезде, на которых варить и делать*

им Скипидар, Канифоль, Гарпиус». «В Твери завод, на берегу Волги реки, скипидарный, на котором делают из серы еловый скипидар, калифон, гарпус; тот завод А.Савёлова, да купеческих людей Томилиных», – писал в 1727 г. приказчик Иван Кирилов. Качество продуктов было высоким. Пробирный мастер Иван Шлаттер в 1724 г. говорил: «Скипидар zelo хорош, ... колофониум из самых летучих». В 1752 г. был издан указ о запрете ввоза из-за границы скипидара, канифоли и гарпиуса, так как эти продукты вырабатывались в Твери в достаточном количестве [768].



П.П.Максимович  
(1817–1892 г.).

В 1890 г. началась промышленная разработка торфа «Галицкий мох» у станции Редкино. Здесь был открыт первый завод по производству кокса. В 1892 г. предпринимателем А.А.Непокойчицким основан Вышневолоцкий завод ферментативных препаратов (производство рисового крахмала).

Однако, несмотря на многочисленные химические предприятия, химическое образование в Твери началось лишь с открытием в 1870 г. школы Павла Павловича Максимовича для сельских учительниц (с 1882 г. Земская школа).

На базе школы Максимовича в 1917 г. был открыт первый государственный вуз в Твери – **Тверской учительский институт**, созданный по распоряжению министра народного просвещения Временного правительства при активном содействии выдающегося естествоиспытателя, химика, минеролога, биоэколога и мыслителя В.И.Вернадского. В составе трех отделений было и **естественно-географическое**, где изучали химию. В начале 1918–1919 учебного года учительский институт был преобразован в **педагогический институт**. Среди 16 профессоров института был С.Г.Крапивин (1922–1927 г., см. также раздел 4) – первый заведующий кафедрой химии [769].



Учительская школа им. Максимовича, г. Тверь.



**Сергей Гаврилович Крапивин** (1868–1927 г.) закончил естественное отделение физико-математического факультета Одесского университета. Стажировался в лабораториях Нернста и Оствальда в Германии (1890 г.). Преподавал органическую химию, автор книги «Практические работы по органической химии» (1910 г.). С 1901 по 1924 г. возглавлял кафедру на Московских Высших женских курсах. В 1915 г. им была опубликована книга «Материалы по кинетике химических реакций» (1915 г.). С осени 1920 г. С.Г.Крапивин изъявил согласие принять участие в работе Тверского педагогического института, читал курсы органической и физической химии и раз в 2 года – курс методики химии. Приезжал в Тверь в первый год на неделю ежемесячно, с 1925 г. – на четыре дня каждые две недели. Руководил всей работой кафедры, был председателем методической комиссии по химии [770].

До 1934 г. на кафедре химии работали профессора Д.К.Александров (1928–1930 г.), В.И.Пелевин (1931–1932 г.), П.И.Кондрацкий (1933–1934 г.), доценты П.И.Лерх, С.В.Дмитриенко, Б.Н.Дементьев, П.Г.Угрюмов. В послевоенный период на кафедре работали доценты П.С.Малиновский (зав. кафедрой до 1954 г.), И.И.Дьяконова (зав. кафедрой в 1954–1958 г.), О.С.Попов (1955–1958 г.). В 1958 г. кафедра химии была упразднена и восстановлена вновь только в 1964 г. 29 июля 1971 г. пединститут был преобразован в **Тверской государственный университет** (ТвГУ), и кафедра химии разделилась на две кафедры **органической и физической химии**.



В разное время кафедру органической химии возглавляли к.т.н. А.А.Аверьянов (1971–1972 г.), д.х.н., профессор Ю.Г.Папулов (1972–1973 г.), д.б.н., профессор А.В.Сергеев (1973 г.), д.х.н., профессор А.С.Чеголя (1974–1982 г.), д.х.н., профессор И.П.Горелов (1982–1985 г.). Именно с приходом профессора **Александра Сергеевича Чеголи** (1935–2010 г.), возглавлявшего Всесоюзный научный исследовательский институт синтетических волокон (ВНИИСВ) на кафедре сформировалось направление работ по синтезу поверхностно-активных веществ (ПАВ). С 1985 г. и по настоящее время кафедру органической химии возглавляет д.х.н., профессор **Людмила Ивановна Ворончихина**. Тематика работ кафедры была сохранена, однако она была дополнена прикладными аспектами химии ПАВ и работами по тематике «Исследование взаимосвязи структура ПАВ–свойства». Прикладные аспекты химии ПАВ касались разработки металлизированных материалов (в основном, тонких волокон диаметром 7–10 мкм с покрытием меди и никеля толщиной до 1 мкм), используемых в качестве радиопоглощающих и радиоотражающих маскирующих средств в системах ПВО. Среди других прикладных аспектов химии ПАВ – разработка эффективных гидрофобизаторов, ингибиторов коррозии, бактерицидов, работы по сохранению экологической обстановки и чистоты бассейна Верхней Волги и озера Селигер (работы с Осташковским кожевенным заводом) и др. По результатам работ получено 15 авторских свидетельств, защищено 10 кандидатских диссертаций.



#### 14. Кафедра органической химии Омского государственного университета им. Ф.М.Достоевского

ОмГУ им. Ф.М.Достоевского – университет молодой, ему всего 42 года. Это даже для человека немного, а для университета – детский возраст. ОмГУ был создан вместе с рядом других классических университетов, открывшихся в СССР в 70-х годах прошлого века. Расширение сети университетов шло двумя путями: создание новых (Омск, Барнаул, Челябинск и др.) и реорганизация действующих (как правило, педагогических) институтов в университеты при условии укрепления их научно-педагогическими кадрами и расширения материально-технической базы (Кемерово, Тюмень и др.) [771]. Химический факультет как отдельное структурное подразделение появился в ОмГУ в 1978 г. в составе трех кафедр: неорганической химии, органической химии и химии нефти. Кафедра органической химии была организована в 1975 г.; ее кадровый состав сложился из бывших сотрудников Иркутского института органической химии: первого заведующего кафедрой органической химии, профессора, д.х.н. А.С.Атавина, доцента, к.х.н. В.М.Никитина, доцента, к.х.н. Э.Ф.Зориной., ст. преп. Б.Ф.Кухарева.



Зав. кафедрой органической химии ОмГУ, д.х.н., профессор А.С.Атавин (третий слева) и коллектив химического факультета.

**Александр Спиридонович Атавин** [772, 773] родился 28 декабря 1905 г. В 1930 г. поступил на химический факультет Дальневосточного государственного университета, в 1933 г. перевелся на химический факультет Самарского педагогического института, после окончания которого работал преподавателем в школе. С 1937 г. ассистент, доцент Новосибирского медицинского института. В 1946 г. защитил кандидатскую диссертацию «Исследование в области хлорирования виниловых эфиров и их производных», а в 1966 г. – докторскую диссертацию. С 1947 г. – зав. кафедрой химии Новосибирского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии. С 1960 по 1971 г. работал заместителем директора

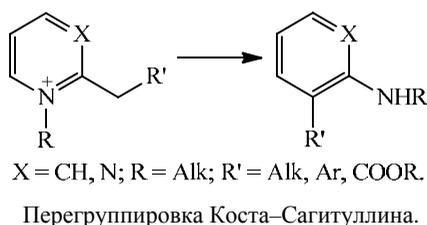
Иркутского института химии им. А.Е.Фаворского СО РАН, руководил лабораторией органического синтеза (ЛОС), был одним из самых близких соратников первого директора и организатора Иркутского института органической химии членкора АН СССР М.Ф.Шостаковского. В его лаборатории работали Б.А.Трофимов (впоследствии академик РАН, директор Института 1994–2015 г., д.х.н., профессор), известные ученые Е.П.Вялых, М.Л.Альперт, А.Н.Мирскова, А.И.Михалева. В 1967 г. избран профессором химического факультета Иркутского университета. С 1975 по 1981 г. – зав. кафедрой органической химии Омского государственного университета.

Научные исследования А.Т.Атавина были направлены на решение проблем винилирования гликолей, выяснение закономерностей реакционной способности химических соединений в зависимости от их строения, разработку методов получения виниловых эфиров, содержащих полифункциональные группы и гетероатомы, синтез биологически активных веществ и флотоагентов [774–776].



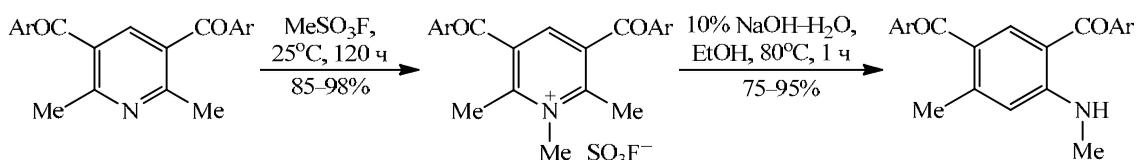
В 1981 г. в ОмГУ на должность заведующего кафедрой органической химии был приглашен из МГУ **Р.С.Сагитуллин**. Для поднятия научных исследований на современный уровень Р.С.Сагитуллин сделал очень многое. При нем помещения были дополнительно укомплектованы лабораторной мебелью, организовано выполнение элементного анализа. Библиотечные фонды удалось пополнить иностранными журналами, которые были переданы из библиотек других вузов и НИИ. Пользуясь столичными связями, он добился выделения в провинциальный вуз на небольшую кафедру двух спектрометров ЯМР (Tesla-60 и Tesla-80). Р.С.Сагитуллин разработал и читал основной курс органической химии, спецкурсы: «Химия гетероциклических соединений», «Методы органического синтеза», «Демонстрационный эксперимент в органической химии», поставил лабораторный практикум.

**Рева Сафарович Сагитуллин** [707, 708] родился 9 марта 1931 г. в с. Еленском Тюменской области. В 1954 г. окончил химический факультет МГУ. Работал на химическом предприятии п/я №10 в г. Кирово-Чепецк Кировской обл., позднее преподавал в Московском полиграфическом институте. В 1958–1981 г. работал в МГУ на кафедре органической химии в лаборатории азотистых оснований, руководимой профессором А.Н.Костом (см. раздел 4.1). В 1979 г. он защитил докторскую диссертацию «Реакции 2-аминоиндола и новые перегруппировки азотистых гетероароматических соединений», посвященную открытому семейству новых перегруппировок шестичленных азотистых гетероциклов, приводящих к другому гетероциклу или карбоциклу. Обнаруженные превращения вошли в научную и справочную литературу под названием «**Перегруппировка Коста–Сагитуллина**».

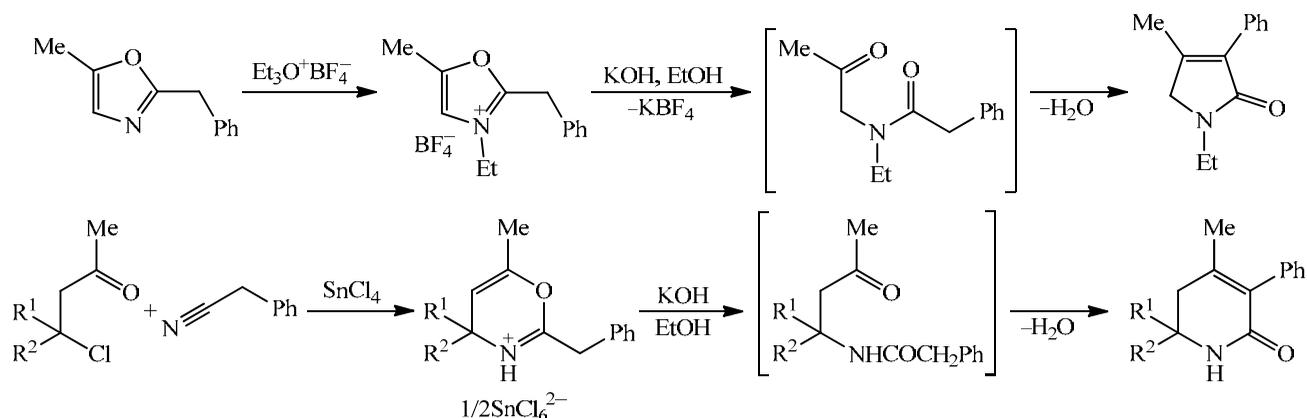


Постепенно коллектив кафедры был полностью обновлен. Его основу составили молодые преподаватели, к.х.н. Е.Г.Атавин, Г.П.Шкиль (Сагитуллина), а также выпускники ОмГУ, закончившие к тому времени аспирантуру в вузах Москвы: А.С.Фисюк (МИТХТ им. М.В.Ломоносова, научный руководитель профессор Б.В.Унковский), В.М.Желяев (МГПИ им. В.И.Ленина, научный руководитель профессор Э.Е.Нифантьев) и Ленинграда: В.В.Дубицкий (ЛГУ им. А.А.Жданова, научный руководитель профессор Л.Л.Родина). На кафедре активно велась научно-исследовательская работа, целью которой являлось выявление синтетических возможностей перегруппировки Коста–Сагитуллина [777].

С 1989 г. на кафедре была открыта аспирантура по специальности «Органическая химия». Первой аспиранткой, защитившейся в 1993 г. под руководством Р.С.Сагитуллина и А.С.Фисюка, стала М.А.Воронцова (в настоящее время доцент кафедры). В эти годы была изучена перегруппировка нитропиридинов Ганча [778], показана возможность синтеза пиррольного ядра путем перегруппировки производных 3-аминопиридина [779], разработан новый подход к синтезу макроциклических систем [780], а также изучена перегруппировка кислородсодержащих гетероциклов (1,3-оксазиниевых [781] и оксазолиевых солей [782], протекающая формально подобно перегруппировке Коста–Сагитуллина.



Ar = Ph, C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>Me-4, C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>OMe-3, C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>OMe-4, C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>Cl-4, C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>Br-4, 1-нафтил, 2-нафтил.



В ходе исследований также была изучена внутримолекулярная циклизация N-(3-оксоалкил)амидов и тиоамидов [783–788], образующихся в процессе перегруппировки 1,3-оксазинов, а также имеющих самостоятельные способы получения [789]. Этим путем были разработаны методы синтеза различных производных гидрированных пиридинов [790–795], в их числе алкалоид 4,6,6-триметил-3,4-эпоксипиперидин-2-он [796], впервые выделенный в 2016 г. из *Nigella glandulifera* [797]. Изучены некоторые реакции 1,3-изотиоцианатокарбонильных соединений и их производных [798–802].

В 1998 г. кафедру посетил один из наиболее авторитетных специалистов в области химии гетероциклических соединений, всемирно известный химик-органик **Хенк ван дер Плас**.

В 1999 г. защитил докторскую диссертацию в МГУ им. М.В.Ломоносова (научный консультант – профессор, д.х.н. **Ю.Г.Бундель**) первый выпускник химфака ОмГУ **Александр Семенович Фисюк**. После защиты диссертации под его руководством на химическом факультете ОмГУ была организована лаборатория **органического синтеза**, работавшая совместно с компанией Bayer. На протяжении ряда лет в лаборатории также выполняются исследования циклизации N-(3-оксоалкил)амидов, приводящие к 3-функционально замещенным пиридин-2(1H)-онам [803–805], изучаются каскадные циклизации производных мочевины и тиомочевины, приводящие к 1,3,4,6,7,11b-гексагидро-2H-пиримидо[6,1-a]изохинолинам и 1,2,3,4,6,7,12,12b-октагидропиримидо[1',6':1,2]-пиридо[3,4-b]индолам, и другие домино-реакции [806–808]. Продолжаются исследования перегруппировки Коста-Сагитуллина [809–811].

С 2009 г. профессор, д.х.н. **А.С.Фисюк** является заведующим кафедрой органической химии. В этот период на кафедре в сотрудничестве с французскими и польскими учеными были начаты исследования люминесцентных сопряженных систем, представляющих интерес в качестве материалов для органической электроники [812, 813], получены новые производные терпиридина и их люминесцентные комплексы с лантаноидами [814–820], методы синтеза 4H-тиено[3,2-c]хроменов и 4,5-дигидротииено[3,2-c]хинолинов [821–823]. Полученные материалы были использованы для изготовления эффективных светодиодов [824]. Кафедра и лаборатория активно сотрудничают с отечественными научными центрами (ИППУ СО РАН, г. Омск; НИОХ СО РАН им. Н.Н.Ворожцова, Новосибирск; МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва; ИТЭБ РАН, г. Пущино), университетами в городах Кокшетау, Астана, Караганда Республики Казахстан.

В рамках создания научно-образовательного центра ОмГУ, ОмГТУ и Института проблем переработки углеводов (ИППУ СО РАН) кафедра получила доступ к современным ЯМР спектрометрам и другому оборудованию. Немного позднее подобный центр был организован между ОмГУ и НИОХ СО РАН (Новосибирск). В 2013 г. профессором А.С.Фисюком в ОмГТУ была организована **лаборатория новых органических материалов**. На кафедре работают 2 профессора, 4 доцента (к.х.н. Г.П.Сагитуллина, к.х.н. М.А.Воронцова, к.х.н. Л.В.Глизилинская, к.х.н. А.К.Куратова), 4 сотрудника учебно-исследовательской лаборатории (н.с., к.х.н. А.С.Костюченко, м.н.с. Т.Ю.Железнова, м.н.с. А.Л.Шацаускас, м.н.с. К.С.Вараксин).

Ежегодно кафедра выпускает 10–12 бакалавров и 6–8 магистров по направлению «Химия». В 2016 г. успешно закончили аспирантуру по специальности органическая химия и защитились 2 человека.

Приоритетные направления научных исследований: молекулярный дизайн органических структур и реакций, целевой поиск, синтез и тестирование практически важных органических соединений; дизайн и синтез органических полупроводников и люминофоров; внутримолекулярная циклизация бифункциональных соединений; синтез и перегруппировки электронодефицитных азотистых гетероциклов.

## 15. Органическая химия в вузах Ставрополя

История кафедры химии Северо-Кавказского федерального университета (СКФУ) берёт своё начало с кафедры химии, образованной в 1930 г. на химико-биологическом отделении только что открытого Ставропольского агропедагогического института (в 1932 г. переименован в Северо-Кавказский педагогический институт). Заведующим кафедрой стал **Н.Н.Рождественский**. В шестидесятые годы, к тому времени уже в составе Ставропольского государственного педагогического института, кафедрой химии заведовал кандидат химических наук, доцент **П.М.Кузнецов**. В дальнейшем, в 70–80-е годы кафедрой руководили доценты **Л.Т.Ажица**, **Г.В.Сакович**, **С.Б.Давидянц**.

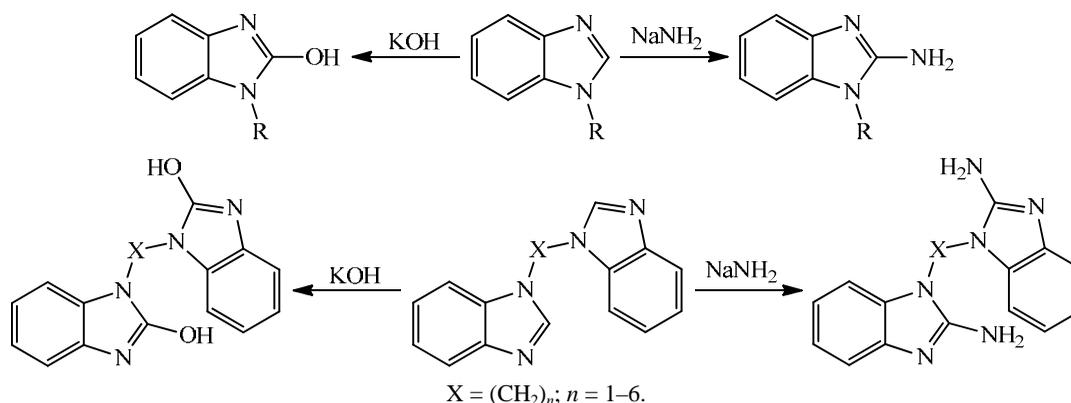


Первый выпуск Ставропольского агропедагогического института.



Главный корпус Ставропольского педагогического института, 70-е годы.

В середине 80-х годов прошлого века на кафедре начал работать доцент **А.А.Михалев**, позже возглавивший кафедру химии и заведовавший ею до разделения в 1996 г. на две кафедры: органической и физической химии и неорганической и аналитической химии. До 1994 г. органической химии как самостоятельного направления на Ставрополье не существовало. Выполнялись отдельные работы в рамках диссертационных исследований под руководством профессоров из других регионов. Так, М.М.Медведева работала в Ставропольском государственном педагогическом институте (вошел в состав СКФУ) и в 70-е годы обучалась в аспирантуре Ростовского государственного университета под руководством профессора **А.Ф.Пожарского**. В 1981 г. она защитила кандидатскую диссертацию по органической химии, которая стала первой диссертацией по этой специальности, выполненной в Ставрополе. Диссертация была посвящена аминированию и гидроксированию производных бензимидазола [825–827].

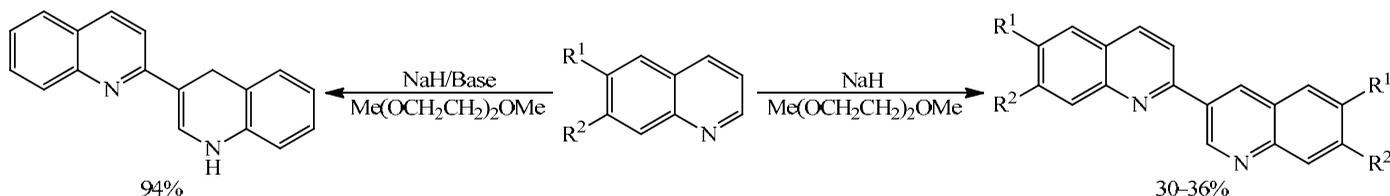


В это же время в различные вузы Ставрополя пришла плеяда выпускников аспирантуры Ростовского государственного университета: Б.К.Марцоха (Ставропольский государственный политехнический институт, вошел в состав СКФУ), В.И.Соколов (Невинномысский филиал Ставропольского государственного политехнического института, вошел в состав СКФУ), И.В.Боровлев (Ставропольский сельскохозяйственный институт). Однако ни один из них до середины 90-х годов не проводил исследований в области органической химии.

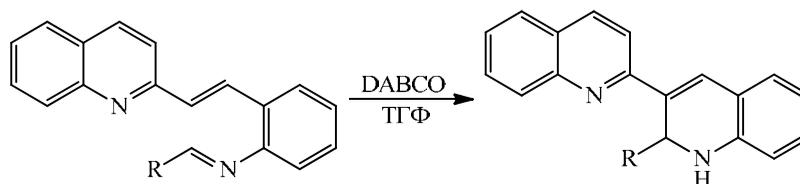
В 1994 г. работу на кафедре начали А.В.Аксенов и И.В.Аксенова, выпускники МХТИ им. Д.И.Менделеева, и А.Ф.Голота, выпускник Крымского государственного педагогического института. К 2001 г. А.В.Аксенов и А.Ф.Голота защитили докторские диссертации и возглавили недавно образованные новые кафедры: **А.В.Аксенов** – кафедру органической и физической химии, а **А.Ф.Голота** – кафедру неорганической и аналитической химии. В 2000 г. от кафедры органической и физической химии отделилась кафедра биохимии, которую возглавил профессор **С.М.Кунижев**.

С 1994 г. под руководством А.В.Аксенова начались исследования в области химии хинолинов, а в частности 2,3'-бихинолина. Начало этих работ было положено в начале 90-х годов в Российском химико-технологическом университете им. Д.И.Менделеева, где А.В.Аксенов обучался в аспирантуре и выполнил диссертационное исследование на тему «Новые области применения гидрида натрия в органической химии». Руководителем этой работы был профессор Ю.И.Смушкевич – представитель научной школы профессора Н.Н.Суворова. В 1997 г. А.В.Аксенов пригласил на кафедру И.В.Боровлева.

В ходе разработки этой тематики был предложен метод синтеза 2,3-бихинолинов и 1,4-дигидро-2,3-бихинолинов, основанный на кросс-сочетании хинолинов под действием гидрида натрия [828, 829].

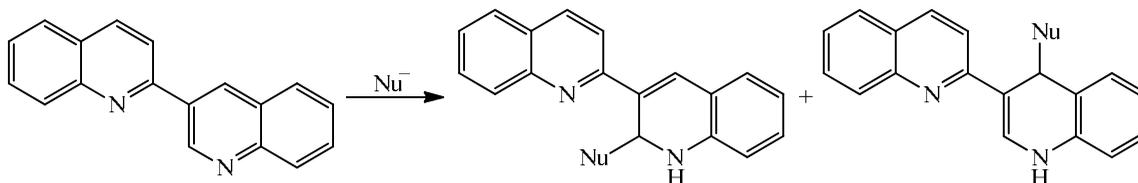


Распространяя методологию димеризации хинолинов на другие соединения, содержащие кратную связь углерод–азот, был разработан метод синтеза 1,3,5-триазинов в ходе тримеризации нитрилов кислот под действием гидрида натрия. Был показан одноэлектронный характер этих реакций. Также были разработаны методы синтеза 2,3'-бихинолинов и их дигидропроизводных посредством замыкания одного из хинолиновых фрагментов. По ходу выполнения этого проекта также исследовались синтетические возможности реакции Вильсмайера. Наиболее интересным результатом этой части исследований стала демонстрация возможности применения реакции Бэйлиса–Хилмана на основания Шиффа и ее применение для синтеза гетероциклов [830].



На примере производных 2,3'-бихинолинов изучены одноэлектронное восстановление ароматических соединений и свойства продуктов этого восстановления. В результате найдены катионозависимость SET-процессов

[831], реакция дианионов с нуклеофильными реагентами, механизм которой включает ранее неизвестную элементарную стадию [832], неизвестное ранее гетарилирование N-оксидами [833], сформулирован общий механизм реакций дианионов ароматических соединений с электрофильными и нуклеофильными реагентами [834]. Изучено нуклеофильное и электрофильное замещение в бисгетероциклах. Изучены факторы, определяющие региоселективность нуклеофильного замещения в 2,3'-бихинолинах и их солях, в первую очередь, роль катиона металла и «жесткость» нуклеофильного реагента [835–838].

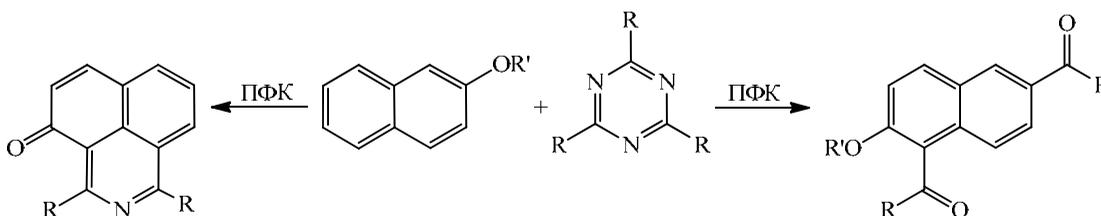


В ходе исследования нуклеофильного замещения в дигидропроизводных 2,3'-бихинолина [839, 840] найдена неизвестная ранее реакция замещения гидрид-иона с аллильной перегруппировкой. При изучении механизма электрофильного замещения в замещенных хинолинах показано, что в зависимости от механизма реакция электрофильного замещения осуществляется с участием разных хинолиновых фрагментов 2,3'-бихинолина [841, 842]. В результате на кафедре были выполнены первая кандидатская (И.В.Аксеновой, 1999 г.) и первая докторская (А.В.Аксеновым, 2001 г.) диссертации. Появилась аспирантура по органической химии; первой защитившейся аспиранткой была Н.В.Демидова (1992 г.).

С 1997 г. на кафедре были начаты работы в области азапириенов [843–846]. Наиболее значительными достижениями в этой области были разработанные методы синтеза различных полиядерных соединений. В 2004 г. докторскую диссертацию защитил И.В.Боровлев, в 2007 г. – В.И.Гончаров.

В 2004 г. кафедра органической и физической химии вновь была реорганизована. Произошло ее разделение на **кафедру органической, физической и фармацевтической химии**, которую возглавил профессор **А.В.Аксенов**, и **кафедру химии гетероциклических соединений**, которую возглавил профессор **И.В.Боровлев**. Последняя просуществовала до 2010 г., когда вновь произошло ее слияние с кафедрой органической, физической и фармацевтической химии.

Начиная с 2006 г. на кафедре были продолжены работы в области химии 1,3,5-триазинов. Был предложен метод *пери*-аннелирования пиридинового ядра к феноленам с помощью 1,3,5-триазинов и нитрилов в ПФК; для расширения синтетических возможностей раскрытия цикла в 1,3,5-триазилах была предложена новая система реагентов 1,3,5-триазины–ПФК, используемая самостоятельно или в присутствии дополнительного реагента [847, 848]. Наиболее интересным представляется изменение региоселективности реакции эфиров 2-нафтола с триазидами в ПФК [849].



Итогом этих работ явилась докторская диссертация И.В.Аксеновой, которую она защитила в 2009 г. К этому моменту под руководством А.В.Аксенова было защищено 13 кандидатских и 3 докторских диссертации (на сегодняшний день 27 и 4 соответственно).

В 2009 г. сотрудниками кафедры была организована первая на Северном Кавказе международная конференция по органической химии «Новые направления в химии гетероциклических соединений», собравшая около 300 участников. Впоследствии эта конференция стала традиционной: в 2011 г. она проходила в Железноводске, в 2013 г. – в Пятигорске. В 2016 г. конференция стала составляющей кластера конференций DOCC-2016 (Домбай) совместно с МГУ.

Следующим направлением исследований кафедры стал поиск новых методов прямого электрофильного аминирования. Было найдено две системы реагентов для этой цели; в частности, разработан метод прямого электрофильного аминирования ароматических соединений, основанный на применении азиды натрия в ПФК. Метод оказался приемлем для аминирования азафеноленов, например, перимидина [850], нафталина, фенолов и их эфиров, включая краун-эфиры [851, 852].



Коллектив кафедры органической химии и кафедры ХГС. 2006 г.



Участники международной конференции «Современные направления в органической химии «DOCC-2016»» Домбай, 2016 г.

Другой подход к электрофильному аминированию, разработанный в лаборатории А.В.Аксенова, включает использование нитроалканов в ПФК. В реакцию вступает бензол и его производные, содержащие донорный заместитель [853], краун-эфиры [854] и др. Замена нитроэтана нитрометаном позволила разработать метод карбоксиамидирования аренов [855], 2-нитропропаном – метод синтеза диариламинов [856].

В течение ряда лет продолжается тесное сотрудничество между научными группами профессора А.В.Аксенова и М.А.Рубина – доцента Химического факультета Канзасского университета в США. М.А.Рубин – выпускник химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова; в 1994 г. он выполнил дипломную работу в лаборатории элементоорганических соединений, возглавляемой академиком РАН И.П.Белецкой, и поступил в аспирантуру того же университета под руководством профессора И.Г.Болесова. В 2014 г. защитил в СКФУ докторскую диссертацию по органической химии по теме «Каталитические реакции присоединения циклопропенов». В настоящее время совмещает должности ведущего научного сотрудника лаборатории новых синтетических методов НИИ Химии и химической технологии СКФУ и доцента органической химии Канзасского университета. Эта совместная работа привела к очередному качественному скачку в работе кафедры и вывела ее на международный уровень. Кроме продуктивного обмена идеями, данными и материалами, студенты и сотрудники кафедры получили возможность прохождения стажировки в США на базе Канзасского университета.

Этот новый скачок проявился и в работах, связанных с реакциями нитросоединений в ПФК. Была сформулирована идея «умных» реакционных сред. Наиболее яркими работами последних лет являются реакции *транс*-аннелирования [857, 858].

Таким образом, приблизительно за 20 лет усилиями представителей двух Московских школ – МХТИ (РХТУ) им. Д.И.Менделеева и МГУ им. М.В.Ломоносова – и Ростовской школы в Ставрополе буквально с нуля удалось создать школу химиков-органиков.

Заканчивая данный обзор по истории органической химии в университетах России, подведем некоторые итоги. Во всех российских университетах мы видим очень существенные изменения структуры органической химии по мере ее развития. Произошла ее дифференциация, выделение из нее многих самостоятельных дисциплин. Одновременно на границах органической химии с другими науками сформировались новые научные направления, и эта тенденция к интеграции с другими дисциплинами заметно усиливается в современный период. Важнейшую роль в развитии органической химии в российских университетах играет их взаимная связь, а также сотрудничество с ведущими зарубежными научными центрами и институтами Академии наук.

Кафедры органического цикла многих университетов России с момента их создания входят в число ведущих научных и образовательных центров страны и мира в области органической химии. В стенах российских университетов работали и работают выдающиеся ученые и педагоги, которые внесли существенный вклад в развитие мировой органической химии и создали мощные научные школы. В советский и постсоветский периоды университетские кафедры органического цикла были центрами консолидации сообщества химиков-органиков страны. Выпускники их кафедр возглавляют коллективы во многих учебно-научных центрах страны или активно работают в их составе, выступая переносчиками университетских традиций.

*Работа выполнена при поддержке грантов Министерства образования и науки РФ и РФФИ: И.В.Иванов с сопр. (раздел 4.2) – базовая часть государственного задания 4.9596.2017/БЧ и 4.9671.2017/БЧ; В.Г.Ненайденко с сопр. (раздел 4.3) – проекты РФФИ 16-29-10669 офи\_м, 17-53-45068 инд\_а, 15-03-05720а; Е.А.Краснокутская с сопр. (раздел 5) – проект РФФИ 17-03-01097; П.А.Стужин с сопр. (раздел 7.2) – проект РФФИ 16-03-01048а; А.В.Гущин с сопр. (раздел 8) – базовая часть государственного задания 44.5706.2017/БЧ; Н.В.Пчелинцева с сопр. (раздел 10) – государственное задание № 2014/203, проект РФФИ № 16-03-00530; А.С.Фисюк с сопр. (раздел 14) – проект 4.1657.2017/ПЧ; А.В.Аксенов с сопр. (раздел 15) – проект 4.1196.2017/4.6.*

### Список литературы

- Lewis D.E. *J. Chem. Educ.* **1994**, 71, 39.
- Lewis D.E. *J. Chem. Educ.* **1994**, 71, 93.
- Коновалов А.И. *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2. Химия.* **2005**, 46, 92.
- Арбузов А.Е. Избранные работы по истории химии. М.: Наука, **1975**.
- Арбузов А.Е. Казанская школа химиков. Казань, **1971**.
- Александр Ерминингельдович Арбузов. Очерки. Воспоминания. Материалы. Ред. Б.А.Арбузов. М.: Наука, **1989**.
- Александр Ерминингельдович Арбузов. Основоположник химии фосфорорганических соединений. Очерки, воспоминания, материалы. Ред. Б.А.Арбузов. М.: Наука, **1989**.
- Быков Г.В. Казанская школа химиков-органиков. Исследования по истории органической химии. М.: Наука, **1980**.
- Быков Г.В. А.М.Бутлеров. Очерк о жизни и деятельности. М.: АН СССР, **1961**.
- Ключевич А.С. Карл Карлович Клаус. Казань: изд-во Казанск. ун-та, **1972**.
- Ключевич А.С., Быков Г.В. Александр Михайлович Зайцев. 1841–1910. М.: Наука, **1980**.
- Ключевич А.С. Флавиан Михайлович Флавицкий. Казань: изд-во Казанск. ун-та, **1978**.
- Б.А.Арбузов – ученый-педагог: воспоминания учеников, коллег и сотрудников. Ред. А.И.Коновалов, И.С.Антипин, Г.К.Будников. Казань: изд-во Казанского ун-та, **2003**.
- Чмутова Г.А. Александр Михайлович Бутлеров, 1828–1886. Выдающиеся ученые казанского университета. Казань: изд-во Казанск. ун-та, **2004**.
- Александр Иванович Коновалов. Жизнь, отданная науке. Ред. И.С.Антипин. Казань: изд-во Казанск. ун-та, **2004**.
- Будников Г.К., Сорокина Т.Д. История и методология химии в Казанском университете. Казань: изд-во Казанск. ун-та, **2006**.
- Коновалов А.И. *Изв. АН. Сер. хим.* **2004**, 52.
- Химический факультет Казанского университета. Хронология основных событий жизни и деятельности в документах. Казань: изд-во Казанск. ун-та, **2008**, 1.
- Химический факультет Казанского университета. Хронология основных событий жизни и деятельности в документах. Казань: изд-во Казанск. ун-та, **2008**, 2.
- Казанский университет. Хронология становления химической лаборатории и Казанской химической школы. 1806–1872. Сост. и автор введения и примечания проф. А.В.Захаров, науч. ред. проф. В.И.Галкин. Казань: изд-во Казанск. ун-та, **2011**, ч. 1.
- Казанский университет. Хронология становления химической лаборатории и Казанской химической школы. 1870–1901. Сост. и автор введения и примечания проф. А.В.Захаров, науч. ред. проф. В.И.Галкин. Казань: изд-во Казанск. ун-та, **2014**, ч. 2.

22. Казанская химическая школа глазами американского историка химии. Сборник работ Дэвида Э.Льюиса. Ред. А.И.Коновалов. Казань: изд-во Казанск. ун-та, **2016**.
23. Lewis D.E. *Chem. Inf. Bull.* **2008**, *60*, 16.
24. Zinin N. *Bull. Sci. Acad. St. Petersburg.* **1842**, 273.
25. Zinin N. *Ann. Chem. Pharm.* **1842**, *44*, 283.
26. Zinin N. *Ann. Chem. Pharm.* **1844**, *52*, 361.
27. Hofmann A.W. *Ber.* **1880**, *13*, 449.
28. Couper A.S. *Compt. Rend.* **1858**, *46*, 1157.
29. Kekulé A. *Ann. Chem. Pharm.* **1858**, *106*, 129.
30. Butlerov A. Z. *Chem.* **1861**, *4*, 549.
31. Butlerov A. *Jahresb.* **1863**, 475.
32. Butlerov A. *Jahresb.* **1864**, 496.
33. Butlerov A. *Ann. Chem. Pharm.* **1867**, *144*, 132.
34. Марковников В. *ЖРХО.* **1869**, *1*, 242. [Markovnikov V. *Zh. Russ. Khim. O-va.* **1869**, *1*, 242.]
35. Markovnikov V. *Ann. Chem. Pharm.* **1870**, *153*, 228.
36. Markovnikov V. *Compt. Rend.* **1875**, *82*, 668, 728, 776.
37. Saytzeff A. *Ann. Chem. Pharm.* **1866**, *139*, 354.
38. Saytzeff A. *Ann. Chem. Pharm.* **1867**, *144*, 148.
39. Wagner G., Saytzeff A. *Ann. Chem. Pharm.* **1875**, *175*, 351.
40. Wagner G., Saytzeff A. *Ann. Chem. Pharm.* **1875**, *179*, 302.
41. Wagner G., Saytzeff A. *Ann. Chem. Pharm.* **1875**, 313.
42. Kanonnikoff J., Saytzeff A. *Ann. Chem. Pharm.* **1875**, *175*, 374.
43. Kanonnikoff J., Saytzeff A. *Ann. Chem. Pharm.* **1875**, *179*, 338.
44. Saytzeff A. *Ann. Chem. Pharm.* **1874**, *171*, 258.
45. Зайцев А.М. *ЖРХО и ФО.* **1875**, *7*, 289.
46. Saytzeff A. *Lieb. Ann.* **1875**, *179*, 296.
47. Wagner G. *Ber. Deut. chem. Ges.* **1888**, *21*, 1230, 3343, 3347, 3356.
48. Реформатский С.Н. Дис. ... докт. хим. н. Варшавский университет, **1890**.
49. Arbuzov A.E. *J. Russ. Phys. Chem. Soc.* **1906**, *38*, 687.
50. Arbuzov A.E. *Chem. Zentr.* **1906**, *II*, 1639.
51. Арбузов А.Е., Арбузов Б.А. *ЖРФХО. Хим.* **1929**, *61*, 217.
52. Абрамов В.С. Химия и применение фосфорорганических соединений. М. **1957**, 218.
53. Рассказы о казанских ученых. Казань: Таткнигоиздат, **1983**.
54. Arbuzov A.E., Arbuzov B.A. *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **1929**, *62*, 1871.
55. Аганов А.В. Юсуф Юнусович Самитов, 1925–1987. Казань: изд-во Казанск. ун-та, **2003**.
56. Самитов Ю.Ю. *Приборы и техника эксперимента.* **1961**, *5*, 100.
57. Madzhidov T.I., Chmutova G.A., Pendas A.M. *J. Phys. Chem. A.* **2011**, *115*, 10069.
58. Madzhidov T.I., Chmutova G.A. *J. Phys. Chem. A.* **2013**, *117*, 4011.
59. Арбузов Б.А., Коновалов А.И. *Изв. АН СССР, ОХН.* **1959**, 2130.
60. Коновалов А.И., Киселев В.Д. *ЖОрХ.* **1966**, *2*, 142.
61. Самуилов Я.Д., Коновалов А.И. *Усп. хим.* **1984**, *53*, 566.
62. Коновалов А.И. *Усп. хим.* **1983**, *52*, 1852.
63. Kiselev V.D., Kononov A.I. *J. Phys. Org. Chem.* **2009**, *22*, 466.
64. Киселев В.Д., Коновалов А.И., Устюгов А.Н., Гесс Н.Г. *ЖОрХ.* **1976**, *12*, 2541.
65. Коновалов А.И., Соломонов Б.Н., Антипин И.С. *ЖОрХ.* **1977**, *13*, 2491.
66. Соломонов Б.Н., Коновалов А.И. *ЖОХ.* **1985**, *55*, 2529.
67. Соломонов Б.Н., Коновалов А.И. *Усп. хим.* **1991**, *60*, 45. [Solomonov B.N., Kononov A.I. *Russ. Chem. Rev.* **1991**, *60*, 25.]
68. Антипин И.С., Коновалов А.И. *ЖОрХ.* **1993**, *9*, 1505.
69. Antipin I.S., Gareev R.F., Vedernikov A.N., Kononov A.I. *J. Phys. Org. Chem.* **1994**, *7*, 181.
70. Коновалов А.И. Супрамолекулярные системы – мост между неживой и живой материей: научно-популярная литература. М.: РБОФ Знание им. С.И.Вавилова, **2010** (26).
71. Антипин И.С., Казакова Э.Х., Хабихер В.Д., Коновалов А.И. *Усп. хим.* **1998**, *67*, 995.
72. Коновалов А.И., Антипин И.С., Мустафина А.Р., Соловьева С.Е., Подъячев С.Н. *Коопд. хим.* **2004**, *30*, 243.
73. Kononov A.I., Antipin I.S. *Mendeleev Commun.* **2008**, *18*, 229.
74. Соломонов Б.Н., Коновалов А.И., Антипин И.С., Горбачук В.В. *Докл. АН СССР.* **1979**, 247, 405.
75. Соломонов Б.Н., Антипин И.С., Новиков В.Б., Коновалов А.И. *ЖОХ.* **1982**, *52*, 2681.
76. Соломонов Б.Н., Коновалов А.И., Новиков В.Б., Ведерников А.Н., Борисов М.Д., Горбачук В.В., Антипин И.С. *ЖОХ.* **1984**, *54*, 1622.
77. Соломонов Б.Н., Коновалов А.И. *Усп. хим.* **1991**, *60*, 45.
78. Коновалов А.И., Соломонов Б.Н., Антипин И.С., Горбачук В.В. *Докл. АН СССР.* **1978**, 243, 1499.
79. Антипин И.С., Арсланов Н.А., Палюлин В.А., Коновалов А.И., Зефилов Н.С. *Докл. АН СССР.* **1991**, 316, 925.
80. Антипин И.С., Арсланов Н.А., Палюлин В.А., Коновалов А.И., Зефилов Н.С. *Докл. АН.* **1993**, 331, 173.
81. Антипин И.С., Коновалов А.И. *ЖОХ.* **1996**, *66*, 389.
82. Антипин И.С., Ведерников А.Н., Коновалов А.И. *ЖОрХ.* **1985**, *21*, 1355.
83. Антипин И.С., Коновалов А.И. *ЖОрХ.* **1993**, *29*, 1505.
84. Antipin I.S., Gareev R.F., Vedernikov A.N., Kononov A.I. *J. Phys. Org. Chem.* **1994**, *7*, 181.
85. Antipin I.S., Stoikov I.I., Fitseva N.A., Pinkhassik E.M., Stibor I., Kononov A.I. *Tetrahedron Lett.* **1997**, *38*, 5865.
86. Antipin I.S., Stoikov I.I., Repejko S.A., С.А.Репейков, Kononov A.I. *Heteroatom Chem.* **2000**, *11*, 1256.
97. Mostovaya O.A., Agafonova M.N., Galukhin A.V., Khayrutdinov B.I., Islamov D., Kataeva O.N., Antipin I.S., Stoikov I.I. *J. Phys. Org. Chem.* **2014**, *27*, 57.
88. Yushkova E.A., Stoikov I.I., Zhukov A.Y., Pupilampu J.B., Rizvanov I.K., Antipin I.S., Kononov A.I. *RSC Adv.* **2012**, *2*, 3906.

89. Solovieva S.E., Safiullin R.A., Kochetkov E.N., Melnikova N.B., Kadirov M.K., Popova E.V., Antipin I.S., Konovalov A.I. *Langmuir*. **2014**, *30*, 15153.
90. Burilov V., Valiyakhmetova A., Mironova D., Safiullin R., Kadirov M., Ivshin K., Kataeva O., Solovieva S., Antipin I. *RSC Adv*. **2016**, *6*, 44873.
91. Burilov V.A., Mironova D.A., Ibragimova R.R., Nugmanov R.I., Solovieva S.E., Antipin I.S. *Colloids and Surfaces. A: Physicochemical and Engineering Aspects*. **2017**, *515*, 41.
92. Kozlova M.N., Ferlay S., Kyritsakas N., Hosseini M.W., Solovieva S.E., Antipin I.S., Konovalov A.I. *Chem. Commun*. **2009**, 2514.
93. Ovsyannikov A., Lang M.N., Ferlay S., Solovieva S.E., Konovalov A.I., Kyritsakas N., Antipin I.S., Hosseini M.W. *Dalton Trans*. **2013**, *42*, 116.
94. Ovsyannikov A., Ferlay S., Kyritsakas N., Solovieva S.E., Antipin I.S., Konovalov A.I., Hosseini M.W. *Inorg. Chem*. **2013**, *52*, 6776.
95. Богатова Т.В. Александр Абрамович Воскресенский. М.: Наука, **2011**.
96. Гумилевский Л.Н. Зинин. М.: Молодая Гвардия, **1965**.
97. Ивановская И.С., Калинин Е.О., Корнилова Т.А., Костиков Р.Р. Химический факультет в начале XXI века (между прошлым и будущим). СПб.: ЛЕМА, **2015**.
98. Кафедре химии и технологии органических соединений азота 75 лет. Ред. И.В.Целинский. СПб: изд.-во СПбГТИ (ТУ), **2001**.
99. Реестр «Ведущие научные школы России». М.: Янус-К, **1997** (1), 318.
100. Reuss F.F. *Effectuum Chemmicorum Electricitatis Galvanicae Historia. Commentationes Societatis Physico-Medicae, apud Universitatem Literarum Caesar. Mosq. Institutae*. **1808**, *1*, 141.
101. Reuss F. *Pharmacosynthesis, i.e. est Ratio componendi et prarbandi aegris medicamenta, in usum tyronum artis medicae*. М. **1829**.
102. Reuss F. *Nouvelle analyse du principe fébrifuge du quinquina*. М. **1810**.
103. Zaitseva E.A. *Deutsche an der Moskauer Universität in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts: Lehre und Forschung zur Chemie der Arzneimittel und der Lebensvorgänge. Deutsch-russische Beziehungen in Medizin und Naturwissenschaften. D.v.Engelhardt u. I.Kästner (Hgg), Bd.6. Aachen: Shaker Verlag*, **2002**, 149.
104. Зайцева Е.А. Химия в Московском университете на основной кафедре химии и химическом отделении (до образования самостоятельного химического факультета). М.: Ателье профессиональной печати, **2009**, 14.
105. Лясковский Н.Э. *Формулы протеинидов по (первоначальной) теории Мульдера. М., 1962; Характеристика современных понятий о химических превращениях вещества (Речь, произнесенная в торжественном собрании Императорского Московского университета 12 января 1865 г.). М. 1865*.
106. Pjenkoff P., Laskowski N. *Ann. Chem. Pharm*. **1845**, *55*, 78.
107. Laskowski N. *Ann. Chem. Pharm*. **1846**, *58*, 129.
108. Челинцев В. *Бюллетень русской химической литературы, Осенний семестр. М., 1916*, 7.
109. Фигуровский Н.А., Быков Г.В., Комарова Т.А. *Химия в Московском университете за 200 лет. М.: изд-во Московского ун-та, 1955*.
110. Зефирова О.Н., Зефиров Н.С. *Вестн. МГУ. Сер. 2. Хим.* **2004**, *45*, 350. [Zefirova O.N., Zefirov N.S. *Moscow University Chem. Bull.* **2004**, *45*.]
111. Markownikoff W. I. *Lieb. Ann.* **1870**, *153*, 228.
112. Платэ А.Ф., Быков Г.В., Эвентова М.С. *Владимир Васильевич Марковников. Очерк жизни и деятельности (1837–1904 г.)*. М.: изд-во АН СССР, **1962**.
113. Decker H. *Ber.* **1905**, *38*, 4249.
114. Lester H.M. *Chem. Educ.* **1941**, *18*, 53.
115. Платэ А.Ф. *Усп. хим.* **1949**, *18*, 267.
116. Разумовский В.В. *Усп. хим.* **1949**, *18*, 278.
117. Попов М.Н. *Ученые записки Моск. гос. ун-та. Юбилейная серия. Химия.* **1940**, *53*, 13.
118. Марковников В.В. *Исторический очерк химии в Московском университете. Ломоносовский сборник. М., 1901*.
119. *Химический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова. Ред. В.В.Лушин. М.: Ателье профессиональной печати, 2009*.
120. Каблуков И.А. *Усп. хим.* **1940**, *9*, 727.
121. Каблуков И.А. *Усп. хим.* **1939**, *8*, 300.
122. Марковников В.В. *Избранные труды (серия «Классики науки»)*. М.: изд-во АН СССР, **1955**.
123. Марковников В.В. *Нафтенны и их производные в общей системе органических соединений. М., 1892*.
124. Лермонтова Ю.В. *ЖРХО.* **1876**, *8*, 281.
125. *Женщины-химики. Ред. В.В.Лушин. М.: Янус-К, 2003*.
126. Марковников В.В. *Русский архив.* **1910**, *1* (3), 357, 385–386, 389.
127. Наметкин С.С. *Усп. хим.* **1940**, *9*, 703.
128. Konovalov M.I. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences.* **1892**, *114*, 26.
129. Kishner N. *ЖРХО.* **1911**, *43*, 582.
130. Wolff L. *Lieb. Ann.* **1912**, *394*, 86.
131. Kishner N. *ЖРХО.* **1912**, *44*, 165.
132. Kishner N. *ЖРХО.* **1912**, *44*, 849.
133. Густавсон Г.Г., Демьянов Н.Я. *ЖРХО. Хим.* **1883**, *20* (8).
134. Demjanov N.J., Lushnikov M. *ЖРХО.* **1903**, *35*, 26; Demjanov N.J., Lushnikov M. *Chem. Zentr.* **1903**, *1*, 828.
135. Smith P.A.S., Baer D.R. *Org. React.* **1960**, *11*, 157–188 (Review).
136. Зелинский Н.Д. *ЖРХО.* **1911**, *43*, 1220.
137. Zelinskij N.D. *Ber.* **1911**, *44*, 3122.
138. Зелинский Н.Д. *ЖРХО.* **1912**, *44*, 275.
139. Zelinskij N.D. *Ber.* **1912**, *45*, 3679.
140. Зелинский Н.Д., Глинка Н.Л. *ЖРХО.* **1911**, *43*, 1084.
141. Цикл статей к 85-летию Гражданской обороны России

- (статья № 4): Противогаз Зелинского–Кумманта – <http://23.mchs.gov.ru/document/4849675>.
142. Либерман Л.Л. Академик Борис Александрович Казанский. В сб. Казанский Б.А. Каталитические превращения углеводородов. М. **1968**.
143. Казанский Б.А. Исследования в области химии углеводородов (Собрание избранных трудов). М.: Наука, **1979**.
144. Казанский Б.А. Исследования в области органического катализа (Собрание избранных трудов). М.: Наука, **1977**, I, **1979**, II.
145. Баландин А.А. *Усп. хим.* **1964**, 33, 549. [Balandin A.A. *Russ. Chem. Rev.* **1964**, 33, 258.]
146. Родионов К.М., Никитин Е.К. *ЖОХ.* **1952**, 22, 1271.
147. Чичибабин А.Е., Зейде О.А. *ЖРФХО.* **1914**, 46, 613.
148. Чичибабин А.Е. Исследования по вопросу о трехатомном углероде и о строении простейших окрашенных производных трифенилметана. М.: Тип. Имп. Моск. ун-та, **1912**.
149. Чичибабин А.Е. Основные начала органической химии. I изд. М.–Л. **1925**; 7-ое изд. **1963**, I, 2.
150. Tchitchibabine A.E. *Traite de chimie organique.* Paris, **1933**, I, 2.
151. Зайцева Е.А. Из истории русской научной эмиграции во Франции. Новые архивные материалы и имена. История химии: область науки и учебная дисциплина. М., **2001**, 209.
152. Соловьев Ю.И. *Вестник РАН.* **1993**, 63, 516.
153. Кочешков К.А., Несмеянов А.Н. Синтетические методы в области металлоорганических соединений элементов 3 группы. М.–Л.: изд-во АН СССР, **1945**.
154. Кочешков К.А., Сколдинов А.П. Синтетические методы в области металлоорганических соединений сурьмы и висмута. М.–Л.: изд-во АН СССР, **1947**.
155. Кочешков К.А., Талалаева Т.В. Синтетические методы в области металлоорганических соединений лития, натрия, калия, рубидия и цезия. М.–Л.: изд-во АН СССР, **1949**.
156. Шевердина Н.И., Кочешков К.А. Цинк, кадмий. М., **1964**.
157. Талалаева Т.В., Кочешков К.А. Литий, натрий, калий, рубидий, цезий. М., **1971**.
158. Сергей Семенович Намёткин. По воспоминаниям современников. М.: Наука, **1982**.
159. Rodionow W.M., Blallevinskaja E.Th. *Ber.* **1926**, 596, 2952.
160. Rodionow W.M., Postovskaja E.A. *J. Am. Chem. Soc.* **1929**, 51, 841.
161. Рыбинская М.И., Несмеянов А.Н., Кочетков Н.К. *Усп. хим.* **1969**, 38, 961.
162. Несмеянов А.Н. Избранные труды. Ред. О.А.Реутов. М.: изд-во АН СССР, **1959**, I.
163. Несмеянов А.Н. Избранные труды. Ред. Р.Х.Фрейдлина. М.: изд-во АН СССР, **1959**, 2.
164. Несмеянов А.Н. Избранные труды. Ред. М.И.Кабачник. М.: изд-во АН СССР, **1959**, 3.
165. Несмеянов А.Н. Избранные труды. Ред. А.В.Топчиев. М.: изд-во АН СССР, **1959**, 4.
166. Несмеянов А.Н. На качелях XX века. М.: Наука, **1999**.
167. Юрьев Ю.К. *ЖОХ.* **1936**, 6, 972.
168. Левина Р.Я. Синтез и контактные превращения непредельных углеводородов. М.: изд-во МГУ, **1949**.
169. Кочетков Н.К., Торгов И.В., Ботвиник М.М. Химия природных соединений (углеводы, нуклеотиды, стероиды, белки). М.: изд-во АН СССР, **1961**.
170. Кочетков Н.К., Бочков А.Ф., Дмитриев Б.А., Усов А.И., Чижов О.С., Шибаев В.Н. Химия углеводов. М.: Химия, **1967**.
171. Кочетков Н.К., Будовский Э.И., Свердлов Е.Д., Симукова Н.А., Турчинский М.Ф., Шибаев В.Н. Органическая химия нуклеиновых кислот. М.: Химия, **1970**.
172. Терентьев А.П., Казицына Л.А. *ЖОХ.* **1948**, 18, 723.
173. Терентьев А.П., Павлов Б.А. Курс органической химии. I изд. М.: Госхимиздат, **1958**; VIII изд. М.: Химия, **1972**.
174. Терентьев А.П. Органический анализ: Избранные труды. М.: изд-во МГУ, **1966**.
175. Бурлаченко Г.С., Мальцев В.В., Бауков Ю.И., Луценко И.Ф. *ЖОХ.* **1973**, 43, 1724.
176. Lutsenko I.F., Prishchenko A.A., Livantsov M.V. *Phosph., Sulfur Silicon Relat. Elem.* **1988**, 35, 329.
177. Lutsenko I.F., Livantsov M.V., Prishchenko A.A. *Phosph., Sulfur Silicon Relat. Elem.* **1990**, 49, 231.
178. Кост А.Н., Терентьев А.П. Реакции и методы исследования органических соединений. М.: Госхимиздат, **1952**.
179. Кост А.Н., Жунгиету Г.И. Препаративная химия индола. Кишинев: Штиинца, **1975**.
180. Портнов Ю.Н., Голубева Г.А. *ХТС.* **1985**, 21, 1153. [Portnov Yu.N., Golubeva G.A. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1985**, 21, 1155.]
181. Кост А.Н. Общий практикум по органической химии. М.: Мир, **1965**.
182. Грандберг И.И., Зуянова Т.И., Афонина Н.И., Иванова Т.А. *Докл. АН СССР.* **1967**, 176, 583. [Grandberg I.I., Zuyanov T.I., Afonina N.I., Ivanova T.A. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1968**, 753.]
183. Реутов О.А., Белецкая И.П., Соколов В.И. Механизмы реакций металлоорганических соединений. М.: Химия, **1972**.
184. Реутов О.А., Белецкая И.П., Бутин К.П. СН-Кислоты. М.: Наука, **1980**. [Reutov O.A., Beletskaya I.P., Butin K.P. *CN-acids.* Pergamon ISBN: 978-0-08-021610-2.]
185. Соловьянов А.А., Белецкая И.П. *Усп. хим.* **1978**, 47, 819. [Solov'yanov A.A., Beletskaya I.P. *Russ. Chem. Rev.* **1978**, 47, 425.]
186. Voskoboynikov A.Z., Parshina I.N., Shestakova A.K., Butin K.P., Beletskaya I.P., Kuz'mina L.G., Howard J.A.K. *Organometallics.* **1997**, 16, 4041.
187. Beletskaya I., Pelter A. *Tetrahedron.* **1997**, 53, 4957.
188. Beletskaya I.P. *Pure Appl. Chem.* **1997**, 4716.
189. Beletskaya I.P., Bessmertnykh A.G., Guillard R. *Tetrahedron Lett.* **1997**, 38, 2287.

190. Sigeev A.S., Peregudov A.S., Cheprakov A.V., Beletskaya I.P. *Adv. Synth. Catal.* **2015**, 357, 417.
191. Mitrofanov A.Yu., Brandès S., Herbst F., Rigolet S., Lemeune A., Beletskaya I.P. *J. Mater. Chem. A*. **2017**. DOI: 10.1039/C7TA01195D
192. Tarasenko E.A., Beletskaya I.P. *Synthesis*. **2017**, 49, 1689.
193. Реутов О.А., Белецкая И.П., Мардалейшвили Р.Е. *Докл. АН СССР*. **1957**, 116, 617.
194. Beletskaya I.P. *J. Organometal. Chem.* **1985**, 292.
195. Реутова Т. Гвардеец. Ученый. Дипломат. Фронтовые дневники академика Реутова. М.: Звонница-МГ, **2011**.
196. Применение ИК-, УФ-, ЯМР-спектроскопии в органической химии. Учеб. пособие для вузов. М.: Высш. школа, **1971**.
197. Потапов В.М. Стереохимия. 2-е изд. М.: Химия, **1988**.
198. Потапов В.М., Кочегова Э.К. Химическая информация: где и как искать химику нужные сведения: справочник. Изд. 2-е. М.: Химия, **1988**.
199. Устынюк Ю.А. Лекции по органической химии. Учебник для высшей школы. М.: Техносфера, **2015–2017**.
200. Grishin Y.K., Sergeyev N.M., Ustynyuk Y.A. *J. Organometal. Chem.* **1970**, 22, 361.
201. Ustynyuk N.A., Lokshin B.V., Oprunenko Y.F., Roznyatovskiy V.A., Luzhkov Y.N., Ustynyuk Y.A. *J. Organometal. Chem.* **1980**, 202, 279.
202. Grishin Y.K., Orlov V.V., Artamkina G.A., Ustynyuk Y.A. *ЖОрХ*. **1994**, 30, 1601.
203. Шабаров Ю.С. Органическая химия (2 тома). М.: Химия, **1994**.
204. Шабаров Юрий Сергеевич (к 80-летию со дня рождения). *Вестн. МГУ. Сер. 2. Хим.* **1999**, 40, 287.
205. Реутов О.А., Бутин К.П., Белецкая И.П. *Усп. хим.* **1974**, 43, 35. [Reutov O.A., Butin K.P., Beletskaya I.P. *Russ. Chem. Bull.* **1974**, 43, 17.]
206. Задачи по органической химии с решениями. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, **2004**.
207. Реутов О.А., Курц А.Л. *Усп. хим.* **1977**, 46, 1964. [Reutov O.A., Kurts A.L. *Russ. Chem. Rev.* **1977**, 46, 1040.]
208. Магдесиева Т.В., Бутин К.П., Реутов О.А. *Усп. хим.* **1988**, 57, 1510. [Magdesieva T.V., Butin K.P., Reutov O.A. *Russ. Chem. Bull.* **1988**, 57, 864.]
209. Магдесиева Т.В., Бутин К.П. *Усп. хим.* **2002**, 71, 255. [Magdesieva T.V., Butin K.P. *Russ. Chem. Bull.* **2002**, 71, 223.]
210. Бутин К.П., Белоглазкина Е.К., Зык Н.В. *Усп. хим.* **2005**, 74, 585. [Butin K.P., Beloglazkina E.K., Zyk N.V. *Russ. Chem. Bull.* **2005**, 74, 531.]
211. Зефирова О.Н., Зефиров Н.С. *Вестн. МГУ. Сер. 2. Хим.* **2000**, 41 (1), 1, 43.
212. Zefirov N.S., Koz'min A.S., Zhdankin V.V., Kirin V.N., Yur'eva N.M., Sorokin V.D. *Chem. Scripta*. **1983**, 22, 195.
213. Zefirov N.S., Koz'min A.S. *Soviet Scientific Reviews. B. Chemistry*. Amsterdam: Harwood Academic Publishers GmbH, **1985**, 7, 297.
214. Зефиров Н.С., Казимирчик И.В. *Усп. хим.* **1974**, 43, 252. [Zefirov N.S., Kazimirchick I.V. *Russ. Chem. Rev.* **1974**, 43, 107.]
215. Зефиров Н.С. *Усп. хим.* **1975**, 44, 413. [Zefirov N.S. *Russ. Chem. Rev.* **1975**, 44, 196.]
216. Zefirov N.S. *Tetrahedron*. **1977**, 33, 3193.
217. Zefirov N.S., Samoshin V.V., Subbotin O.A., Baranekov V.I., Wolfe S. *Tetrahedron*. **1978**, 34, 2953.
218. Zefirov N.S. *Pure Appl. Chem.* **1996**, 68, 881.
219. Zefirov N.S., Tratch S.S. *Chem. Scripta*. **1980**, 15, 4.
220. Zefirov N.S., Kozhushkov S.I., Kuznetsova T.S., Kokoreva O.V., Lukin K.A., Ugrak B.I., Tratch S.S. *J. Am. Chem. Soc.* **1990**, 112, 7702.
221. Airapetyan D.V., Baukov Y.I., Gruener S.V., Korlyukov A.A., Shipov A.G., Petrosyan V.S. *Appl. Organometal. Chem.* **2009**, 24, 888.
222. Зык Н.В., Белоглазкина Е.К., Зефиров Н.С. *ЖОрХ*. **1995**, 31, 1283.
223. Zyk N.V., Beloglazkina E.K., Gazzaeva R., Tyurin V.S., Titanyuk I.D. *Phosph., Sulfur Silicon*. **1999**, 155, 33.
224. Nenajdenko V.G., Korotchenko V.N., Shastin A.V., Balenkova E.S. *Russ. Chem. Bull.* **2004**, 53, 1034.
225. Nenajdenko V.G., Varseev G.N., Shastin A.V., Balenkova E.S. *J. Fluor. Chem.* **2005**, 126, 907.
226. Korotchenko V.N., Shastin A.V., Nenajdenko V.G., Balenkova E.S. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. I*. **2002**, 883.
227. Korotchenko V.N., Shastin A.V., Nenajdenko V.G., Balenkova E.S. *Org. Biomol. Chem.* **2003**, 1906.
228. Shastin A.V., Korotchenko V.N., Nenajdenko V.G., Balenkova E.S. *Synthesis*. **2001**, 2081.
229. Chernichenko K.Yu., Sumerin V.V., Shpanchenko R.V., Balenkova E.S., Nenajdenko V.G. *Angew. Chem., Int. Ed.* **2006**, 45, 7367.
230. Bukalov S.S., Leites L.A., Lyssenko K.A., Aysin R.R., Korlyukov A.A., Zubavichus J.V., Chernichenko K.Yu., Balenkova E.S., Nenajdenko V.G., Antipin M.Yu. *J. Phys. Chem. A*. **2008**, 112, 10949.
231. Chernichenko K.Yu., Balenkova E.S., Nenajdenko V.G. *Mendeleev Commun.* **2008**, 18, 171.
232. Nenajdenko V.G., Sumerin V.V., Chernichenko K.Yu., Balenkova E.S. *Org. Lett.* **2004**, 6, 3437.
233. Krasovsky A.L., Nenajdenko V.G., Balenkova E.S. *Tetrahedron*. **2001**, 57, 201.
234. Muzalevskiy V.M., Nenajdenko V.G., Shastin A.V., Balenkova E.S., Haufe G. *Tetrahedron*. **2009**, 36, 7553.
235. Nenajdenko V.G., Varseev G.N., Korotchenko V.N., Shastin A.V., Balenkova E.S. *J. Fluor. Chem.* **2004**, 125, 1339.
236. Nenajdenko V.G., Muzalevskiy V.M., Nenajdenko V.G., Shastin A.V. *Chem. Rev.* **2015**, 115, 973.
237. Nenajdenko V.G., Gulevich A.V., Sokolova N.V., Mironov A.V., Balenkova E.S. *Eur. J. Org. Chem.* **2010**, 1445.

238. Zhdanko A.G., Nenajdenko V.G. *J. Org. Chem.* **2009**, *74*, 884.
239. Sokolova N.V., Latyshev G.V., Lukashev N.V., Nenajdenko V.G. *Org. Biomol. Chem.* **2011**, *9*, 4921.
240. ЦГА г. Москвы. Ф. 184. Оп. 6. Д. 428. Лл. 3–3об.
241. Наметкин С.С. Избранные труды. М.–Л.: изд-во АН СССР, **1949**, 55.
242. Наметкин С.С. Избранные труды. М.–Л.: изд-во АН СССР, **1949**, 131.
243. Наметкин С.С., Позднякова Е.И. *ЖРХО. Хим.* **1913**, *45*, 1420.
244. Наметкин С.С., Руженцева А.К. *ЖРХО. Хим.* **1914**, *46*, 1540.
245. Наметкин С.С., Хухрикова А.М. *ЖРХО. Хим.* **1915**, *47*, 425.
246. Наметкин С.С., Руженцева А.К. *ЖРХО. Хим.* **1916**, *48*, 450.
247. ЦГА г. Москвы. Ф. 363. Оп. 4. Д. 12941. Л. 35.
248. Богатова Т.В. Труды XX годичной (2014) конференции института истории естествознания и техники им. С.И.Вавилова РАН. М.: ЛЕНАНД, **2014**, 193.
249. ЦГА г. Москвы. Ф. 363. Оп. 1. Д. 154. Л. 118 об.
250. Nametkin S.S., Chuhrikova A.M., Schlesinger M.A. Brüssova L.J. *Lieb. Ann.* **1923**, *432*, 207.
251. Брюсова Л.Я., Наметкин С.С. *ЖРХО. Хим.* **1924**, *55*, 525.
252. Вацура К.В., Мищенко Г.Л. Именные реакции в органической химии. М.: Химия, **1976**, 290.
253. Li J.J. Name Reactions. A Collection of Detailed Reaction Mechanisms. Second Edition. Berlin–N.-Y.: Springer-Verlag, **2003**, 279.
254. Личное дело Брюсовой Л.Я. из архива МИТХТ им. М.В.Ломоносова.
255. Брюсова Л.Я. Химия и технология синтетических душистых веществ. М.: Пищепромиздат, **1947**.
256. Беркенгейм А.М. Практикум по синтетическим лекарственным и душистым веществам и фотореактивам. М.: ГОНТИ, **1942**, 143.
257. ЦГА г. Москвы, Ф. 363. Оп. 4. Д. 27302. Лл. 1–5.
258. ЦГА г. Москвы, Ф. 363. Оп. 4. Д. 27302. Лл. 41–85.
259. Наметкин С.С., Хухрикова А.М. *ЖРХО. Хим.* **1915**, *47*, 425.
260. Наметкин С.С., Хухрикова А.М. *ЖРХО. Хим.* **1918**, *50*, 254.
261. ЦГА г. Москвы. Ф. 363. Оп. 4. Д. 10899. Лл. 2, 4, 7.
262. Наметкин С.С., Забродина А.С. *ЖРХО. Хим.* **1925**, *57*, 87.
263. Nametkin S.S., Zabrodina A.S. *Lieb. Ann.* **1925**, *441*, 181.
264. Nametkin S.S., Zabrodina A.S. *Ber.* **1928**, *61*, 1491.
265. Личное дело Забродиной А.С. из архива МИТХТ им. М.В.Ломоносова. Л. 3–4.
266. ЦГА г. Москвы. Ф. 363. Оп. 4. Д. 21726. Лл. 2–5, 37.
267. Наметкин С.С., Руженцева А.К. *ЖРХО. Хим.* **1919**, *51*, 139.
268. Nametkin S.S., Ruschentzeva A.K. *J. Pr. Chem.* **1923**, *106*, 39.
269. Вся Москва. Адресно-справочная книга. Ред. А.М.Морин. М.: Московский Рабочий, **1936**, 363.
270. Личное дело Руженцевой А.К. из архива МИТХТ им. М.В.Ломоносова. Лл. 1–4.
271. ЦГА г. Москвы. Ф. 363. Оп. 1. Д. 115, лл. 2, 11.
272. Из неопубликованных воспоминаний проф. Е.М.Черкасовой.
273. Сергей Семенович Наметкин. По воспоминаниям современников. Ред. С.М.Локтев. М.: Наука, **1982**.
274. ЦГА г. Москвы. Ф. Р-714. Оп. 1. Д. 98. Л. 2.
275. ЦГА г. Москвы. Ф. Р-714. Оп. 1. Д. 104. Лл. 75–86.
276. Несмеянов А.Н. На качелях XX века. М.: Наука, **1999**.
277. Несмеянов А.Н. *ЖРХО. Хим.* **1929**, *61*, 1393.
278. Личное дело Шаврыгина А.И. из архива МИТХТ им. М.В.Ломоносова. Л. 9–11.
279. Nametkin S.S., Schawrigin A.I. *Ber.* **1933**, *66*, 511.
280. Nametkin S.S., Schawrigin A.I. *Lieb. Ann.* **1935**, *516*, 199.
281. Назаров И.Н., Пинкина Л.Н. *Изв. АН СССР. ОХН.* **1946**, 633.
282. Назаров И.Н. *Усп. хим.* **1951**, *20*, 71.
283. Вацура К.В., Мищенко Г.Л. Именные реакции в органической химии. М.: Химия, **1976**, 289.
284. Hassner A., Stumer C. Organic Syntheses Based on Named Reactions and Unnamed Reactions. First Edition. Pergamon-Elsevier Science Ltd, **1994**, 270.
285. Li J.J. Name Reactions. A Collection of Detailed Reaction Mechanisms. Second Edition. Berlin–N.-Y.: Springer-Verlag, **2003**, 280.
286. Назаров И.Н., Райгородская В.Я. Руденко В.А. *Изв. АН СССР. ОХН.* **1949**, *5*, 504.
287. Назаров И.Н., Простаков Н.С., Швецов Н. И. *ЖОрХ.* **1956**, *26*, 2798.
288. Личное дело С.В.Васильева из архива МИТХТ им. М.В.Ломоносова.
289. Васильев С.В., Вильямс Н.В. *ЖОХ.* **1948**, *18*, 77.
290. Васильев С.В., Вовченко Г.Д. *ЖОХ.* **1950**, *20*, 1237.
291. Васильев С.В. *ЖОХ.* **1956**, *26*, 712.
292. Вильямс В.В., Васильев С.В., Бурделев О.Т. *Докл. ТСХА.* **1965**, *103*, 437.
293. ЦАМО РФ. Ф. 33, Оп. 682525, Ед.хр. 184, л. 268–268об.
294. Унковский Б.В. Дис. ... канд. хим. наук. М. **1953**.
295. Унковский Б.В. Дис. ... канд. докт. хим. наук. М. **1969**.
296. Помогаев А.И. Кафедра органической химии. В сб.: Научно-методические школы. М.: ИПЦ при МИТХТ им. М.В.Ломоносова, **2000**, 41.
297. Unkovsky B.V., Bogatkov S.V., Malina Ju.F., Studneva I.M., Sokolova T.D., Romanova K.I. *Tetrahedron.* **1975**, *31*, 1321.
298. Шуталев А.Д., Рагомская М.А., Игнатова Л.А., Унковский Б.В. *ХГС.* **1982**, *18*, 695. [Shutalev A.D., Ratomskaya M.A., Ignatova L.A., Unkovskii B.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1982**, *18*, 530.]
299. Перетокин А.В., Шуталев А.Д., Чупин В.В., Мергенова А.М., Игнатова Л.А., Малина Ю.Ф., Унковский Б.В. *ЖОрХ.* **1985**, *21*, 1004.
300. Samitov Yu.Yu., Danilova O.I., Unkovsky B.V., Boiko I.P. *Magn. Res. Chem.* **1986**, *24*, 480.

301. Макин С.М., Лихошерстов В.М., Шелемина М.И. *ЖОХ*. **1964**, 34, 1809.
302. Makin S.M. *Pure & Appl. Chem.* **1976**, 47, 173.
303. Макин С.М., Тунг Н.Н., Шаврыгина О.А., Аршава Б.М., Романова И.А. *ЖОрХ*. **1983**, 19, 727.
304. Макин С.М., Бойко Т.Н., Бойко И.И., Колобова Т.П. А.с. 834043 (1979). СССР. *Б.И.* **1981**, №20.
305. Макин С.М., Кругликова Р.И., Шаврыгина О.А., Колобова Т.П., Харитонов О.В. А.с. 992548 (1981). СССР. *Б.И.* **1983**, №4.
306. Черкасова Е.М., Богатков С.В. *Усп. хим.* **1962**, 31, 963. [Cherkasova E.M., Bogatkov S.V. *Russ. Chem. Rev.* **1962**, 31, 452.]
307. Кундрюцкова Л.А., Михайлова Н.А., Сухова И.Е., Богатков С.В., Черкасова Е.М. *Докл. АН СССР. Сер. хим.* **1971**, 192, 352.
308. Borisova E.Ya., Lukashova L.A., Tubashova I.A., Cherkasova E.M. *Drugs Exp. Clin. Res.* **1986**, 12, 735.
309. Глушков Р.Г., Львов А.И., Давыдова Н.К., Сизова О.С., Санжарова Г.М., Полякова М.Я., Скачилова С.Я., Желтухин Н.К., Черкасова Е.М. Пат. 2059612 (**1993**). РФ.
310. Назаров И.Н., Гусев Б.П., Макин С.М., Мочалин В.Б., Назарова И.Н., Виноградов В.П., Крупцов Б.К., Шаврыгина О.А., Назарова Д.В. *Докл. АН СССР. Сер. хим.* **1957**, 114, 796.
311. Назаров И.Н., Макин С.М., Мочалин В.Б., Назарова Д.В. *ЖОХ*. **1959**, 29, 3965.
312. Макин С.М., Мочалин В.Б., Назарова Д.В. *ЖОХ*. **1960**, 30, 1471.
313. Мочалин В.Б., Смолина З.И., Унковский Б.В. *ХГС*. **1972**, 8, 452. [Mochalin V.B., Smolina Z.I., Unkovskii B.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1972**, 8, 412.]
314. Мочалин В.Б., Корнилов А.Н. *ХГС*. **1977**, 13, 867. [Mochalin V.B., Kornilov A.N. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1977**, 13, 699.]
315. Мочалин В.Б., Филенко Н.И. *ХГС*. **1979**, 16, 1628. [Mochalin V.B., Filenko N.I. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1979**, 16, 1306.]
316. Баранов С.В., Мочалин В.Б. *ХГС*. **1981**, 17, 1054. [Baranov S.V., Mochalin V.B. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1981**, 17, 779.]
317. Кузнецов А.И., Космаков В.А., Московкин А.С. *ХГС*. **1990**, 26, 681. [Kuznetsov A.I., Kosmakov V.A., Moskovkin A.S. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1990**, 26, 578.]
318. Кузнецов А.И., ВладимIROва И.А., Серова Т.М., Московкин А.С. *ХГС*. **1991**, 27, 804. [Kuznetsov A.I., Vladimirova I.A., Serova T.M., Moskovkin A.S. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1991**, 27, 631.]
319. Кузнецов А.И., ВладимIROва И.А., Серова Т.М., Московкин А.С. *ХГС*. **1992**, 28, 653. [Kuznetsov A.I., Vladimirova I.A., Serova T.M., Moskovkin A.S. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1991**, 28, 541.]
320. Кузнецов А.И., Серова Т.М., Азжеурова И.А. *ЖОрХ*. **2003**, 39, 946. [Kuznetsov A.I., Serova T.M., Azzheurova I.A. *Russ. J. Org. Chem.* **2003**, 39, 897.]
321. Зубаиров М.М., Миколайчук С.В., Рудобельский Э.В., Лагуткин Н.А., Киселев А.В., Вишняков И.Ф., Власов Н.А., Селиверстов В.В., Гаврилов В.А., Котляров В.М., Кузнецов А.И., Коломыцев А.А., Срибный Н.И., Коржевенка Г.Н., Числов Ю.В., Стрижаков А.А., Бузун А.И., Мосин В.М. Пат. 2123337 (**1998**). РФ.
322. Архипов А.Ю., Чертков В.А., Самошин В.В., Анисимов А.В. *ХГС*. **1996**, 32, 564. [Arkhipov A.Yu., Chertkov V.A., Samoshin V.V., Anisimov A.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1996**, 32, 495.]
323. Samoshin V.V., Chertkov V.A., Vatlina L.P., Dobretsova E.K., Simonov N.A., Kastorsky L.P., Gremyachinsky D.E., Schneider H.J. *Tetrahedron Lett.* **1996**, 37, 3981.
324. Чертков В.А., Добрецова Е.К., Гремячинский Д.Е., Голотвин С.С., Симонов Н.А., Ватлина Л.П., Самошин В.В. *ХГС*. **1997**, 33, 41. [Chertkov V.A., Dobretsova E.K., Gremyachinskii D.E., Golotvin S.S., Simonov N.A., Vatlina L.P., Samoshin V.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1997**, 33, 33.]
325. Толстиков Г.А., Борисова Е.Я., Черкашин М.И., Комаров В.М., Арзамасцев Е.В. *Усп. хим.* **1991**, 60, 852. [Tolstikov G.A., Borisova E.Ya., Cherkashin M.I., Komarov V.M., Arzamastsev E.V. *Russ. Chem. Rev.* **1991**, 60, 420.]
326. Борисова Е.Я., Арзамасцев Е.В., Черкашин М.И., Головков П.В., Елисеева И.А., Терехова О.А., Борисова Н.Ю., Клочкова А.Р. Пат. 2141941 (**1997**). РФ.
327. Борисова Е.Я., Арзамасцев Е.В., Головков П.В., Елисеева И.А., Бельтюкова А.Г., Терехова О.А., Черкашин М.И., Толстиков Г.А. Пат. 2130922 (**1999**). РФ.
328. Егорова В.В., Крылов А.В., Борисова Е.Я., Зверев Д.М. *Изв. вузов. Сер. хим. и хим. технол.* **2011**, 54, 31.
329. Иванова А.И., Борисова Н.Ю., Федорова Г.А., Васильева Г.А., Афанасьева Е.Ю., Арзамасцев Е.В., Самарова О.С. *Изв. АН. Сер. хим.* **2015**, 64, 92. [Ivanova A.I., Borisova N.Yu., Fedorova G.A., Vasil'eva G.A., Afanas'eva E.Yu., Arzamastsev E.V., Samarova O.S. *Russ. Chem. Bull.* **2015**, 64, 92.]
330. Shutalev A.D., Kishko E.A., Sivova N.V., Kuznetsov A.Yu. *Molecules*. **1998**, 3, 100.
331. Shutalev A.D., Zavodnik V.V., Gurskaya G.V. *Nucleosides, Nucleotides, Nucl. Acids*. **2000**, 19, 1831.
332. Shutalev A.D., Fesenko A.A., Solovyev P.A. *Tetrahedron*. **2010**, 66, 940.
333. Fesenko A.A., Shutalev A.D. *J. Org. Chem.* **2013**, 78, 1190.
334. Shutalev A.D., Fesenko A.A., Solovyev P.A. *J. Fluor. Chem.* **2016**, 182, 28.
335. Fesenko A.A., Tullberg M.L., Shutalev A.D. *Tetrahedron*. **2009**, 65, 2344.
336. Fesenko A.A., Trofimova L.A., Shutalev A.D. *Org. Biomol. Chem.* **2012**, 10, 447.
337. Shutalev A.D., Fesenko A.A., Kuzmina O.M., Volov A.N.,

- Albov D.V., Chernyshev D.V., Zamilatskov I.A. *Tetrahedron Lett.* **2014**, 55, 5481.
338. Реформатский А.Н. Органическая химия. Краткий начальный курс. С приложением практических занятий. М.: тип. т-ва И.Д.Сытина, **1912**, 3-е изд.
339. Каблуков А.И. *Усп. хим.* **1938**, 7, 321.
340. Волков В.А., Вонский Е.В., Кузнецова Г.И. Выдающиеся химики мира. Биографический справочник. Ред. В.И.Кузнецов. М.: Высшая школа, **1991**.
341. Руководство к практическим занятиям по органической химии для студентов медицинских институтов. Ред. В.М.Родионов. М.: Медгиз, **1954**.
342. Беркенгейм А.М. Основы электронной химии органических соединений. М.: тип. т-ва И.Д.Сытина, **1917**.
343. Беркенгейм А.М. Основы теоретической химии. М.: Кооперативное изд-во научн. работников, **1922**.
344. Беркенгейм А.М. Химия и технология синтетических лекарственных средств. М.: ОНТИ, **1935**.
345. Беркенгейм А.М. Практикум по синтетическим лекарственным и душистым веществам и фотореактивам. М.–Л.: ГНТИ хим. литературы, **1942**.
346. Ленский А.С., Аллилуева А.С. Производство хлорсульфоновой кислоты. Учебное пособие для рабочих профессий. М.: НИИТЭХИМ, **1982**.
347. Ленский А.С. Введение в бионеорганическую и биофизическую химию. М.: Высшая школа, **1989**.
348. Ленский А.С., Белавин И.Ю., Быликин С.Ю. Биофизическая и бионеорганическая химия. Учебник для студентов медицинских вузов. М.: МИА, **2008**.
349. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Бионеорганическая химия. Учебник для медицинских вузов. М.: Медицина, **1985**.
350. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Зурабян С.Э. Бионеорганическая химия. Учебник для студентов медицинских вузов. М.: ГЕОТАР-Медиа, **2009**.
351. Колосов И.В. Биофизическая химия. Часть 3. Физическая химия поверхностных явлений и растворов ВМС. 2-й МОЛГМИ им. Н.И.Пирогова, **1984**.
352. Сергеев В.Н., Смирнова Л.С. Избранные разделы общей химии – поверхностные явления, дисперсные системы, охрана окружающей среды. Методические указания по химии для студентов медицинских вузов. М.: РГМУ, **2001**.
353. Сергеев В.Н. Курс коллоидной химии для медицинских вузов. М.: МИА, **2008**.
354. Николаев Л.А. Основы физической химии биологических процессов. Учебное пособие для студентов биологических специальностей вузов. М.: Высшая школа, **1971**.
355. Николаев Л.А. Физическая химия. Учебник для биологических и медико-биологических фак. вузов. М.: Высшая школа, **1972**.
356. Захарченко В.Н. Коллоидная химия. Учебник для студентов медико-биологических специальностей вузов. М.: Высшая школа, **1974**.
357. Негребецкий В.В., Белавин И.Ю., Сергеева В.П., Буцеева А.А., Камкина О.В., Албегова Д.З., Павлова С.И. Общая и неорганическая химия для медиков и фармацевтов (учебник и практикум для вузов). М.: Юрайт, **2014**.
358. Негребецкий В.В., Белавин И.Ю., Сергеева В.П., Буцеева А.А., Камкина О.В., Албегова Д.З., Павлова С.И. Общая и неорганическая химия для фармацевтов (учебник и практикум для СПО). М.: Юрайт, **2015**.
359. Семенова Н.С., Янкович И.В. Сборник методических материалов по курсу «Аналитическая химия. Часть 2. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа». Для студентов медицинских вузов специальности Фармация. Ред. В.В.Негребецкий. М.: РНИМУ, **2016**.
360. Негребецкий В.В. Химия биомолекул и наносистем. Курс химии для студентов лечебного, педиатрического и стоматологического факультетов. **2012**, <http://www.rsmu.ru/>, кафедра химии (видеозапись лекций).
361. Schorigin P., Scharvin V. *Ber.* **1903**, 36, 2027.
362. Шорыгин П.П., Топчиев А.В. *ЖОХ.* **1935**, 5, 549.
363. Шорыгин П.П., Коршак В.В. *Маслобойн. жур. Дело.* **1935**, 6, 275.
364. Шорыгин П.П., Лосев И.П., Коршак В.В. *ЖПХ.* **1936**, 9, 1432.
365. Шорыгин П.П., Скоблинская С.А. *Докл. АН СССР.* **1937**, 16 (8), 505.
366. Шорыгин П.П., Мачинская И.В. *ЖОХ.* **1932**, 9, 1546.
367. Шорыгин П.П., Исагулянц В.И., Белов В.Н. *ЖРХО.* **1929**, 62, 2039.
368. Шорыгин П.П., Исагулянц В.И., Белов В.Н., Александрова З.П. *ЖОХ.* **1934**, 4, 392.
369. Шорыгин П.П., Крешков А.П. *ЖОХ.* **1934**, 4, 988.
370. Schorigin P. *Ber.* **1908**, 41, 2711.
371. Schorigin P. *Ibidem.* **1910**, 1931.
372. Шорыгина Н.В. Академик Павел Полиевктович Шорыгин. Владивосток: изд-во Дальневост. ун-та, **1991**, 160.
373. Неницеску К.Д. Органическая химия. М.: ИИЛ, **1963**, 2, 369.
374. Феофилактов В.В., Иванов А.А. *ЖОХ.* **1943**, 13, 457.
375. Родионов В.М., Киселева Т.С. Гексагидробензальдегид. Синтезы органических соединений. М.: изд-во АН СССР, **1952**, 2, 52.
376. Rodionov W. *Bull. Chem. soc.* **1926**, 39, 305.
377. Родионов В.М., Алексеева Е.Н., Вавер В.А. *ЖОХ.* **1953**, 23, 1842.
378. Rodionow W.M., Malewinskaja E.Th. *Ber.* **1926**, 59, 2952.
379. Родионов В.М., Суворов Н.Н., Авраменко В.Г. *ЖОХ.* **1956**, 26, 520.
380. Рожков В.С., Смушкевич Ю.И., Суворов Н.Н. *ХГС.* **1974**, 1, 11.
381. Rodionov V.M., Kiseleva T.S. *Russ. Chem. Bull.* **1952**, 1 (2), 293.

382. Rodionov V.M., Yartseva N.G. *Russ. Chem. Bull.* **1952**, 1 (1), 113.
383. Родионов В.М., Куртев Б.И. *Изв. АН СССР. ОХН.* **1952**, 268.
384. Родионов В.М., Суворов Н.Н. *Докл. АН СССР.* **1950**, 75, 43.
385. Rodionov V.M., Zvorykina V.K., Kozhevnikova N.E. *Russ. Chem. Bull.* **1956**, 5 (4), 483.
386. Белов В.Н. О попытках замыкания гетероцикла в ( $\beta$ -оксиэтил)анилине и о бензоильных производных ( $\beta$ -оксиэтил)анилина. М.: изд-во МХТИ им. Д.И.Менделеева, **1935**, 56.
387. Белов В.Н., Дильман Т.А., Крохин Н.Г., Петрова Л.Н., Скворцова И.И. Химия и технология душистых веществ. Ред. В.М.Родионова. М.: Гизлегпищепром, **1953**, 300.
388. Даев Н.А. Химия и технология душистых веществ и эфирных масел. Ред. В.Н.Белов. М.: Пищепромиздат, **1954**, II, 172.
389. Белов В.Н., Скворцова Н.И. *Усп. хим.* **1964**, 33, 785.
390. Родионов В.М., Белов В.Н., Григорьева Р.Ш. *Труды ВНИИСНДВ.* **1954**, 2, 19.
391. Белов В.Н., Авраменко В.Г. Научно-исследовательская работа кафедры органической химии (1923–1963 г.). Ред. В.Н.Буянов. М.: изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, **2008**, 85.
392. Velezheva V.S., Vampilova V.V., Turchin K.F., Kozik T.A., Suvorov N.N. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1977**, 13, 382.
393. Shalygina O.D., Vinograd L.Kh., Suvorov N.N. *Chem. Heterocyclic Comd.* **1975**, 11, 693.
394. Коньков Л.И., Пржиялговская Н.М., Суворов Н.Н. *Докл. АН СССР.* **1984**, 278, 1130.
395. Родионов В.М., Суворов Н.Н. *Докд. АН. СССР.* **1949**, 69, 189.
396. Vigdorichik M.M., Trubitsyna T.K., Gavrilova N.V., Turchin K.F., Suvorov N.N., Mashkovskii M.D. *Pharm. Chem. J.* **1977**, 11, 305.
397. Avramenko V.G., Bratus I.N., Bandurina T.A., Bychkova Z.N., Voronin V.G., Morozovskaya L.M., Suvorov N.N. *Pharm. Chem. J.* **1968**, 2, 131.
398. Ильин Л.А., Рудный Н.М., Суворов Н.Н., Чернов Г.А. Индралин – радиопротектор экстренного действия. Противолучевые свойства, фармакология, механизм действия, клиника. М.: изд-во МЗ РФ, **1994**.
399. Суворов Н.Н., Шашков В.С. Химия и фармакология средств профилактики радиационных поражений. М.: Атомиздат, **1975**.
400. Шкилькова В.Н., Суворов Н.Н., Подхалюзина Н.Я. *ХТС.* **1988**, 1443.
401. Sokolova L.V., Klimova L.I., Kaminka E.M., Yaroslavtseva Z.A., Suvorov N.N. *Pharm. Chem. J.* **1969**, 3, 709.
402. Suvorov N.N., Mashkovskii M.D., Rusinova V.N., Zaitseva K.A., Telenkova O.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1975**, 11, 62.
403. Сазонова Н.М., Левина И.И., Сладков В.И., Суворов Н.Н. *ЖОрХ.* **1991**, 27, 1979.
404. Buyanov V.N., Baberkina E.P., Samoilova M.E., Akhvlediani R.N., Frolova E.P., Kurkovskaya L.N., Ershova Yu.A., Safonova T.S., Korovin B.V., Suvorov N.N. *Pharm. Chem. J.* **1994**, 28, 11.
405. Буянов В.Н. Основные научные достижения кафедры органической химии (1963–1988 г.). М.: изд-во РХТУ им.Д.И. Менделеева, **2012**.
406. Levinson E.E., Traven' V.F. *J. Chem. Res. S.* **1996**, 196.
407. Traven' V.F. Topics in Heterocyclic Chemistry Topics in Heterocyclic Chemistry-14, «Heterocyclic Polymethine Dyes». Berlin–Heidelberg: Springer, **2008**.
408. Кондратова Н.А., Кажева О.Н., Александров Г.Г., Чехлов А.Н., Дьяченко О.А., Травень В.Ф. *Изв. РАН. Сер. хим.* **2011**, 9, 1873. [Kondratova N.A., Kazheva O.N., Aleksandrov G.G., Chekhlov A.N., D'yachenko O.A., Traven' V.F. *Russ. Chem. Bull.* **2011**, 60, 1906.]
409. Traven' V.F., Bochkov A.Yu., Krayushkin M.M., Beletskaya I.P. *Org. Lett.* **2008**, 10, 1319.
410. Bochkov A.Y., Akchurin I.O., Dyachenko O.A., Traven' V.F. *Chem. Commun.* **2013**, 49, 11653.
411. Травень В.Ф. Электронная структура и свойства органических молекул. М.: Химия, **1989**.
412. Traven' V.F. *Frontier Orbitals an Properties of Organic Molecules.* UK: Ellis Horwood, **1992**.
413. Травень В.Ф. Органическая химия. М.: Бином. Лаборатория знаний, **2013**, I, 368 с., II, 517 с.; III, 388 с.
414. Травень В.Ф., Щекотихин А.Е. Практикум по органической химии. М.: Бином. Лаборатория знаний, **2014**, 592.
415. Щекотихин А.Е., Баберкина Е.П., Буянов В.Н., Турчин К.Ф., Авраменко Г.В., Суворов Н.Н. *ХТС.* **1996**, 8, 1050. [Shchekotikhin A.E., Baberkina E.P., Buyanov V.N., Turchin K.F., Avramenko G. V., Suvorov N. N. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1996**, 32, 902.]
416. Щекотихин А.Е., Баберкина Е.П., Буянов В.Н., Турчин К.Ф., Суворов Н.Н. *ХТС.* **2001**, 8, 1030. [Shchekotikhin A.E., Baberkina E.P., Buyanov V.N., Turchin K.F., Suvorov N.N. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2001**, 37, 944.]
417. Shchekotikhin A.E., Dezhenkova L.G., Susova O.Y., Glazunova V.A., Luzikov Y.N., Sinkevich Y.B., Buyanov V.N., Shtil A.A., Preobrazhenskaya M.N. *Bioorg. Med. Chem.* **2007**, 15, 2651.
418. Plyinsky N.S., Shchyolkina A.K., Borisova O.F., Mamaeva O.K., Zvereva M.I., Azhibek D.M., Livshits M.A., Mitkevich V.A., Balzarini J., Sinkevich Y.B., Luzikov Y.N., Dezhenkova L.G., Kolotova E.S., Shtil A.A., Shchekotikhin A.E., Kaluzhny D.N. *Eur. J. Med. Chem.* **2014**, 85, 605.
419. Cogoì S., Shchekotikhin A.E., Xodo L.E. *Nucl. Acids Res.* **2014**, 42, 8379.
420. Назаров И.Н., Простаков Н.С., Михеева Н.Н. *Медицинская промышленность.* **1960**, 6, 26.
421. Простаков Н.С., Зайцев Б.Е., Михайлова Н.М., Михеева Н.Н. *ЖОХ.* **1964**, 34, 463.
422. Простаков Н.С., Кириллова Л.М., Дхарвар Пхальгумани, Шахпаронова (Гайворонская) Л.А., Зволинский В.П. *ХТС.* **1967**, 6, 1068.
423. Бельский И.Ф., Дорофеенко Г.Н., Простаков Н.С., Чума-

- ков Ю.И. Гетероциклы в органическом синтезе. Киев: «Техника», **1970**.
424. Простаков Н.С., Гайворонская Л.А., Урбина Г.А. *ХТС*. **1971**, 8, 1087.
425. Простаков Н.С., Шалимов В.П., Марикес С.И., Савина А.А., Зволинский В.П. *ХТС*. **1976**, 2, 215.
426. Простаков Н.С., Солдатенков А.Т., Колядина Н.М., Обыкновенный А.А. *Усп. хим.* **1997**, 66, 121. [Prostakov N.S., Soldatenkov A.T., Kolyadina N.M., Obynochnyi A.A. *Russ. Chem. Rev.* **1997**, 66, 121.]
427. Простаков Н.С., Варламов А.В., Зволинский В.П. *ХТС*. **1972**, 11, 1578.
428. Простаков Н.С., Варламов А.В., Васильев Г.А., Кесарев О.Г., Урбина Г.А. *ХТС*. **1977**, 1, 124.
429. Простаков Н.С., Варламов А.В., Саксена Н., Фомичев А.А. *ХТС*. **1980**, 1, 123.
430. Varlamov A.V., Borisova T.N., Voskressensky L.G., Soklakova T.A., Kulikova L.N., Chernyshev A.I., Alexandrov G.G. *Tetrahedron Lett.* **2002**, 43, 6767.
431. Voskressensky L.G., Candia M., Carotti A., Borisova T.N., Kulikova L.N., Varlamov A.V., Altomare C. *J. Pharm. Pharmacol.* **2003**, 55, 323.
432. Voskressensky L.G., Listratova A.V., Borisova T.N., Alexandrov G.G., Varlamov A.V. *Eur. J. Org. Chem.* **2007**, 6106.
433. Varlamov A.V., Boltukhina E.V., Zubkov F.I., Sidorenko N.V., Chernyshev A.I., Grudinin D.G. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2004**, 40, 22.
434. Zubkov F.I., Airiyan I.K., Ershova J.D., Galeev T.R., Zaytsev V.P., Nikitina E.V., Varlamov A.V. *RSC Adv.* **2012**, 2, 4103.
435. Zubkov F.I., Boltukhina E.V., Turchin K.F., Varlamov A.V. *Tetrahedron.* **2004**, 60, 8455.
436. Boltukhina E.V., Zubkov F.I., Nikitina E.V., Varlamov A.V. *Synthesis.* **2005**, 1859.
437. Zubkov F.I., Zaytsev V.P., Nikitina E.V., Khrustalev V.N., Gozun S.V., Boltukhina E.V., Varlamov A.V. *Tetrahedron.* **2011**, 67, 9148.
438. Voskressensky L.G., Festa A.A., Sokolova E.A., Varlamov A.V. *Tetrahedron.* **2012**, 68, 5498.
439. Golantsov N.E., Hung M. Nguyen, Varlamov A.V., Aksenov A.V., Voskressensky L.G. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2017**, 53, 446.
440. Lewis D.E. *Angew. Chem., Int. Ed.* **2013**, 52, 11704.
441. Новиков А.Н., Тронов Б.В. *ЖОХ*. **1953**, 23, 1122.
442. Chaikovski V.K., Filimonov V.D., Yagovkin A.Yu., Kharlova T.S. *Tetrahedron Lett.* **2000**, 41, 9191.
443. Filimonov V.D., Semenischeva N.I., Krasnokutskaya E.A., Hwang H.Y., Chi K.-W. *Synthesis.* **2008**, 3, 401.
444. Merkushev E.B. *Synthesis.* **1988**, 923.
445. Филимонов В.Д., Юсубов М.С., Чи Ки-Вхан. *Усп. хим.* **1998**, 67, 803. [Filimonov V.D., Yusubov M.S., Chi K.-W. *Russ. Chem. Bull.* **1998**, 67 (9), 823.]
446. Filimonov V.D., Trusova M.E., Postnikov P.S., Krasnokutskaya E.A., Lee Y.M., Hwang Ho Y., Kim H., Ki-Whan Chi. *Org. Lett.* **2008**, 10, 3961.
447. Краснокутская Е.А., Трусова М.Е., Гиберт Н.С., Филимонов В.Д. *Хим.-фарм. ж.* **2007**, 41 (3), 112.
448. Филимонов В.Д., Краснокутская Е.А., Поleshchuk О.Х., Лесина Ю.А., Чайковский В.К. *Изв. АН. Сер. хим.* **2006**, 8, 1280. [Filimonov V.D., Krasnokutskaya E.A., Poleschchuk O.Kh., Lesina Yu.A., Chaikovskii V.K. *Russ. Chem. Bull.* **2006**, 55 (8), 1328].
449. Рогожников С.И. Химический факультет Пермского университета. История возникновения и становления. Пермь: изд-во Перм. гос. нац. исслед. ун-та, **2016**.
450. Рыбакова М.Н. *Вестн. Пермского ун-та. Сер. хим.* **2011**, 4, 4.
451. Профессора Пермского университета (1916–2016 г.). Пермь: изд-во Перм. гос. нац. исслед. ун-та, **2016**.
452. Масливец А.Н., Тарасова О.П., Андрейчиков Ю.С. *ЖОрХ*. **1992**, 28, 1287.
453. Щепин В.В., Гладкова Г.Е., Майоров А.В., Ефремов Д.И. *ЖОрХ*. **1992**, 28, 2033.
454. Масливец А.Н., Машевская И.В. 2,3-Дигидро-2,3-пирролдионы (монография). Пермь: изд-во Пермского гос. ун-та, **2005**.
455. Почивалова Е.И., Койфман О.И. История становления высшей школы в Иваново-Вознесенске. Иваново: изд-во Иван. гос. хим.-технол. ун-та, **2010**.
456. Годнев Т.Н. Хлорофилл. Его строение и образование в растении. Минск: изд-во АН БССР, **1963**. <http://books.eheritage.ru/book/10086864>.
457. Жуков А.П. Истоки научно-педагогических школ университета Менделеева. М.: изд-во РХТУ им. Д.И.Менделеева, **2010**. 128 с.
458. Сладков А.М. Карбин – третья аллотропная форма углерода. М.: Наука, **2003**.
459. Шилов Евгений Александрович: биобиблиограф. указ. Ред. О.И.Койфман. Иваново: изд-во ИГХТУ, **2010**. 116 с.
460. Schilow E., Budnikoff P. *Ber. Deutsch. Chem. Ges.* **1922**, 55, 3848.
461. Шилов Е.А. *Изв. Иваново-Вознес. политехн. ин-та.* **1922**, 6, 233.
462. Schilow E. *Z. anorg. allg. Chem.* **1924**, 133, 55.
463. Schilow E. *Angew. Chem.* **1926**, 39, 232.
464. Шилов Е.А., Купинская Г.В. *Докл. АН СССР.* **1935**, 2, 222.
465. Шилов Е.А., Солодушенков С.Н. *ЖФХ*. **1947**, 21, 1159.
466. Каняев Н.П., Шилов Е.А. *Докл. АН СССР. Новая серия.* **1939**, 24, 891.
467. Шилов Е.А., Каняев Н.П., Отменникова А.П. *ЖФХ*. **1936**, 8, 909.
468. Шилов Е.А., Каняев Н.П. *ЖФХ*. **1939**, 13, 1242.
469. Шилов Е.А., Солодушенков С.Н., Куракин А.Н. *ЖФХ*. **1939**, 13, 759.
470. Шилов Е.А., Каняев Н.П. *ЖФХ*. **1934**, 5, 654.

471. Шилов Е.А., Каняев Н.П. *ЖФХ*. **1937**, *10*, 123.
472. Шилов Е.А. *ЖОХ*. **1938**, *8*, 519.
473. Каняев Н.П., Шилов Е.А. *ЖФХ*. **1939**, *13*, 1563.
474. Шилов Е.А. *Докл. АН СССР*. **1938**, *18*, 643. [Šilov E.A. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences de l'URSS*. **1938**, *18*, 649.]
475. Шилов Е.А. *Докл. АН СССР*. **1941**, *30*, 219.
476. Шилов Е.А., Ясников А.А. *Докл. АН СССР*. **1952**, *84*, 297.
477. Шилов Е.А., Ясников А.А. *Укр. хим. ж.* **1957**, *23*, 215.
478. Шилов Е.А., Шилов А.Е. *Докл. АН СССР*. **1953**, *91*, 873.
479. Шилов Е.А., Шилов А.Е. *Укр. хим. ж.* **1954**, *20*, 279.
480. Смирнов-Замков И.В., Шилов Е.А. *Докл. АН СССР*. **1949**, *67*, 671.
481. Шилов Е.А., Смирнов-Замков И.В. *Изв. АН СССР. ОХН*. **1951**, 32.
482. Стрельцова С.Г., Шилов Е.А. *Укр. хим. ж.* **1956**, *22*, 596.
483. Шилов Е.А. *Усп. хим.* **1933**, *2*, 760.
484. Зелинский Н.Д., Беркенгейм Б.М., Борк А.Х., Семенов А.П., Фрицман Э.Х., Шилов Е.А. *ЖОХ*. **1937**, *7*, 1707.
485. Шилов Е.А. *Сб. Синтетический каучук*. **1932** (*2*), 5.
486. Шилов Е.А. *Хлопчатобумажн. пром.* **1937** (*1*), 36.
487. Каняев Н.П. *ЖОХ*. **1956**, *26* (10), 2626.
488. Каняев Н.П. *ЖОХ*. **1959**, *29*, 841. [Kanyaev N.P. *J. Gen. Chem. URSS*. **1959**, *29*, 826.]
489. Шилов Е.А., Каняев Н.П. *ЖОХ*. **1947**, *17* (1), 109.
490. Спрысков Александр Александрович: биобиблиограф. указ. Ред. О.И.Койфман. Иваново: изд-во ИГХТУ, **2010**, 92 с.
491. Спрысков А.А. *ЖОХ*. **1938**, *8*, 1857.
492. Спрысков А.А. *ЖОХ*. **1947**, *17*, 591.
493. Спрысков А.А. *ЖОХ*. **1947**, *17*, 1309.
494. Ерыкалов Ю.Г., Спрысков А.А., Беккер Г., Белокурова А.П. *ЖОрХ*. **1968**, *4* (7), 1247.
495. Джильберт Э.Е. Сульфирование органических соединений. М.: Химия, **1969**.
496. Спрысков А.А., Овсянкина Н.А. *Сб. ст. по общ. химии*. **1953**, *2*, 882.
497. Спрысков А.А., Кобенин А.И. Труды Ивановского хим.-технол. ин-та. **1956**, *5*, 195.
498. Koifman O.I., Lomova T.N. *Macroheterocycles*. **2009**, *2* (2), 87.
499. Березин Б.Д. Координационные соединения порфиринов и фталоцианина. М.: Наука, **1978**. [Berezin B.D. Coordination compounds of porphyrins and phthalocyanine. N.Y.: Wiley, **1981**.]
500. Порфирины: структура, свойства, синтез. Ред. Н.С.Ениколопан. М.: Наука, **1985**.
501. Порфирины: спектроскопия, электрохимия, применение. Ред. Н.С.Ениколопан. М.: Наука, **1987**.
502. Березин Б.Д. Металлопорфирины. Ред. Б.Д.Березин, Н.С.Ениколопан. М.: Наука, **1988**.
503. Крестов Г.А., Березин Б.Д. Основные понятия современной химии. Л.: Химия, **1983**.
504. Березин Б.Д., Крестов Г.А. Основные законы химии. М.: Наука, **1999**.
505. Березин Б.Д., Березин Д.Б. Курс современной органической химии. М.: Высшая школа, **2003**, 768 с.
506. Golubchikov O.A. *Macroheterocycles*. **2009**, *2* (2), 92.
507. Березин Б.Д., Голубчиков О.А. Координационная химия сольваток комплексов солей переходных металлов. М.: Наука, **1992**.
508. Голубчиков О.А., Пуховская С.Г., Кувшинова Е.М. *Усп. хим.* **2005**, *74*, 268. [Golubchikov O.A., Pukhovskaya S.G., Kuvshinova E.M. *Russ. Chem. Rev.* **2005**, *74*, 249.]
509. Успехи химии порфиринов. Ред. О.А.Голубчиков. СПб: изд-во НИИ химии СПбГУ, **1997–2005**, *1–5*. [Advances in Porphyrin Chemistry. Ed. O.A.Golubchikov. Sankt-Peterburg: НИИ химии СПбГУ, **1997–2005**, *1–5*.]
510. Vashurin A., Kuzmin I., Titov V., Pukhovskaya S., Razumov M., Golubchikov O., Koifman O. *Macroheterocycles*. **2015**, *8*, 351.
511. Golubchikov O.A., Larionov A.V., Balmasov A.V., Semeikin A.S. *Macroheterocycles*. **2014**, *7*, 225.
512. Khelevina O.G., Chizhova N.V., Stuzhin P.A. *J. Porphyrins Phthalocyanines*. **2000**, *4*, 555.
513. Stuzhin P.A., Khelevina O.G. *Coord. Chem. Rev.* **1996**, *147*, 41.
514. Стужин П.А., Хелевина О.Г. *Коорд. хим.* **1998**, *24*, 783. [Stuzhin P.A., Khelevina O.G. *Russ. J. Coord. Chem.* **1998**, *24*, 734.]
515. Andrianov V.G., Malkova O.V. *Macroheterocycles*. **2009**, *2*, 130.
516. Березин Д.Б. Макроциклический эффект и структурная химия порфиринов. М.: Красанд, **2010**.
517. Березин Б.Д., Березин М.Б., Березин Д.Б. *Росс. хим. ж.* **1997**, *41*, 105.
518. Петров О.А. *ЖОХ*. **2013**, *83*, 681. [Petrov O.A. *Russ. J. Gen. Chem.* **2013**, *83*, 762.]
519. Семейкин А.С., Койфман О.И., Березин Б.Д. *ХГС*. **1982** (10), 1354.
520. Stuzhin P.A., Ercolani C. The Porphyrin Handbook. Eds K.M.Kadish, K.M.Smith, R.Guilard. Amsterdam: Elsevier Science, **2003**, *15*, 263.
521. Donzello M.P., Ercolani C., Stuzhin P.A. *Coord. Chem. Rev.* **2006**, *250*, 1530.
522. Donzello M.P., Ercolani C., Novakova V., Zimcik P. Stuzhin P.A. *Coord. Chem. Rev.* **2016**, *309*, 107.
523. Stuzhin P.A., Ivanova S.S., Koifman O.I., Petrov O.A., Nazarova A. *Inorg. Chem. Commun.* **2014**, *49*, 72.
524. Stuzhin P.A. *Macroheterocycles*. **2009**, *2*, 114.
525. Ерыкалов Ю.Г. Дис. ... докт. хим. наук. Иваново, **1973**.
526. Калмыков П.А., Клюев М.В. *Нефтехимия*. **2016**, *56*, 35. [Kalmykov P.A., Klyuev M.V. *Petrol. Chem.* **2016**, *56*, 27.]
527. Калмыков П.А., Магдалинова Н.А., Клюев М.В. *Бутлеровские сообщения*. **2016**, *47*, 1. [Kalmykov P.A., Magdalinova N.A., Klyuev M.V. *Butlerov Commun.* **2016**, *47*, 1.]
528. Магдалинова Н.А., Клюев М.В. *Наногетерогенный катализ*. **2016**, *1*, 116. [Magdalinova N.A., Klyuev M.V. *Petrol. Chem.* **2016**, *56*, 1123.]

529. Клюев М.В., Магдалинова Н.А., Калмыков П.А. *Наногетерогенный катализ*. **2016**, 1, 85. [Klyuev M.V., Magdalinova N.A., Kalmykov P.A. *Petrol. Chem.* **2016**, 56, 1093.]
530. Клюев М.В., Арбузов А.А., Магдалинова Н.А., Калмыков П.А., Тарасов Б.П. *ЖФХ*. **2016**, 90, 1331. [Klyuev M.V., Arbutov A.A., Magdalinova N.A., Kalmykov P.A., Tarasov B.P. *Russ. J. Phys. Chem. A.* **2016**, 90, 1749.]
531. Калмыков Р.А., Арбузов А.А., Магдалинова Н.А., Тарасов В.Р., Клыуев М.В. *Petrol. Chem.* **2016**, 56, 503.
532. Волкова Т.Г., Небукина Е.Г., Усанова Н.Н., Клюев М.В. *ЖОХ*. **2008**, 78, 1173.
533. Кочетова Л.Б., Клюев М.В. *ЖОХ*. **2008**, 78, 1154.
534. Волкова Т.Г., Усанова Н.Н., Клюев М.В. *Жидкие кристаллы и их практическое использование*. **2008**, 2, 63.
535. Волкова Т.Г., Клюев М.В., Магдалинова Н.А. *Изв. вузов. Сер. хим. и хим. технол.* **2009**, 52, 3.
536. Кочетова Л.Б., Клюев М.В. *Изв. вузов. Сер. хим. и хим. технол.* **2014**, 57, 29.
537. Кочетова Л.Б., Калинина Н.В., Клюев М.В. *Изв. вузов. Сер. хим. и хим. технол.* **2012**, 55, 38.
538. Волкова Т.Г., Иваненков Я.А., Балакин К.В., Магдалинова Н.А., Клюев М.В. *Изв. вузов. Сер. хим. и хим. технол.* **2011**, 54, 13.
539. Волкова Т.Г., Иваненков Я.А., Балакин К.В., Магдалинова Н.А., Клюев М.В. *Изв. вузов. Сер. хим. и хим. технол.* **2011**, 54, 3.
540. Abdullaev M.G., Abdullaeva Z.Sh., Klyuev M.V., Kafarova S.S., Gebekova Z.G. *Pharm. Chem. J.* **2014**, 48, 127.
541. Клюев М.В., Абдуллаев М.Г., Абдуллаева З.Ш. *Хим.-фарм. ж.* **2010**, 44, 12. [Klyuev M.V., Abdullaev M.G., Abdullaeva Z.Sh. *Pharm. Chem. J.* **2010**, 44, 446.]
542. Абдуллаев М.Г., Клюев М.В., Абдуллаева З.Ш., Курбанов Б.К., Идрисова А.Н. *Хим. фарм. ж.* **2008**, 42, 46. [Abdullaev M.G., Klyuev M.V., Abdullaeva Z.Sh., Kurbanov B.K., Idrisova A.N. *Pharm. Chem. J.* **2008**, 42, 357.]
543. Клюев М.В., Абдуллаев М.Г., Абдуллаева З.Ш., Курбанов Б.К. *Изв. вузов. Сер. хим. и хим. технол.* **2009**, 52, 23.
544. Магдалинова Н.А., Волкова Т.Г., Клюев М.В., Груздев М.С. *ЖОрХ*. **2010**, 46, 646. [Magdalinova N.A., Volkova T.G., Klyuev M.V., Gruzdev M.S. *Russ. J. Org. Chem.* **2010**, 46, 634.]
545. Кочетова Л.Б., Клюев М.В. *Изв. вузов. Сер. хим. и хим. технол.* **2014**, 57, 3.
546. Girichev G.V., Giricheva N.I., Bodi A., Gudnason P.I., Jonsdottir S., Kvaran A., Arnason I., Oberhammer H. *Chem. Eur. J.* **2007**, 13, 1776.
547. Petrov V.M., Giricheva N.I., Bardina A.V., Ivanov S.N., Girichev G.V., Petrova V.N., Oberhammer H. *J. Phys. Chem. A.* **2008**, 112, 2969.
548. Giricheva N.I., Medvedeva Y.S., Ivanov S.N., Bardina A.V., Petrov V.M., Girichev G.V. *Struct. Chem.* **2011**, 22, 373.
549. Гиричева Н.И., Лапыкина Е.А., Федоров М.С., Петрова Д.А. *ЖСХ*. **2015**, 56, 667. [Giricheva N.I., Lapykina T.A., Fedorov M.S., Petrova D.A. *J. Struct. Chem.* **2015**, 56, 619.]
550. Fedorov M.S., Giricheva N.I., Shpilevaya K.E., Lapykina E.A., Syrbu S.A. *J. Mol. Struct.* **2017**, 1132, 50.
551. Органические и гибридные наноматериалы. Ред. В.Ф.Разумов, М.В.Клюев. Иваново: изд-во Иван. гос. ун-та, **2009**.
552. Наноструктурированные материалы для запасаания и преобразования энергии. Ред. В.Ф.Разумов, М.В.Клюев. Иваново: Изд-во Иван. гос. ун-та, **2009**.
553. Органические и гибридные наноматериалы: получение, исследование, применение. Ред. В.Ф.Разумов, М.В.Клюев. Иваново: изд-во Иван. гос. ун-та, **2011**.
554. Органические и гибридные наноматериалы: тенденции и перспективы Ред. В.Ф.Разумов, М.В.Клюев. Иваново: изд-во Иван. гос. ун-та, **2013**.
555. Органические и гибридные наноматериалы: получение и перспективы применения. Иваново: изд-во Иван. гос. ун-та, **2015**.
556. Калинина Н.В., Кочетова Л.Б., Кустова Т.П. *Изв. АН. Сер. хим.* **2010**, 59, 900. [Kalinina N.V., Kochetova L.B., Kustova T.P. *Russ. Chem. Bull.* **2010**, 59, 922.]
557. Ишкулова Н.Р., Опарина Л.Е., Кочетова Л.Б., Кустова Т.П., Калинина Н.В., Курицын Л.В. *ЖОХ*. **2010**, 80, 794. [Ishkulova N.R., Oparina L.E., Kochetova L.B., Kustova T.P., Kalinina N.V., Kuritsyn L.V. *Russ. J. Gen. Chem.* **2010**, 80, 964.]
558. Кочетова Л.Б., Кустова Т.П., Калинина Н.В., Ишкулова Н.Р., Луцок В.В. *ТЭХ*. **2011**, 47, 56. [Kochetova L.B., Kustova T.P., Kalinina N.V., Ishkulova N.R., Lutsuk V.V. *Theor. exp. chem.* **2011**, 47, 61.]
559. Курицын Л.В., Калинина Н.В., Кочетова Л.Б., Кустова Т.П. *Бутлеровские сообщения*. **2014**, 37, 33. [Kuritsyn L.V., Kalinina N.V., Kochetova L.B., Kustova T.P. *Butlerov Commun.* **2014**, 37, 33.]
560. Кустова Т.П., Круглякова А.А., Груздев М.С., Кочетова Л.Б. *ЖПХ*. **2016**, 89, 495. [Kustova T.P., Kruglyakova A.A., Gruzdev M.S., Kochetova L.B. *Russ. J. Appl. Chem.* **2016**, 89, 609.]
561. Курицын Л.В., Кустова Т.П., Садовников А.И., Калинина Н.В., Клюев М.В. Кинетика реакций ацильного переноса. Ред. Л.В.Курицын. Иваново: изд-во Иван. гос. ун-та, **2006**.
562. Гушин А.В., Емельянов Д.Н., Черноруков Н.Г. История развития химии в Нижегородском государственном университете им. Н.И.Лобачевского. Нижний Новгород: изд-во ННГУ, **2014**, часть 2.
563. Гушин А.В., Емельянов Д.Н., Черноруков Н.Г. Выдающиеся ученые-химики Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского. Нижний Новгород: изд-во ННГУ, **2011**, часть 2.
564. Гушин А.В., Емельянов Д.Н., Калинин А.И., Черноруков Н.Г. Выдающиеся ученые-химики Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского. Нижний Новгород: изд-во ННГУ, **2008**.

565. Бевад И. Синтез мононитропроизводных предельных углеводов. Варшава: тип. Варшав. учебн. округа, **1892**.
566. Бевад И.И. Краткое руководство к сельскохозяйственному химическому анализу. Варшава: Скл. изд. у авт., **1903**.
567. Петров А.Д. Успехи химии углеводов алифатического ряда и их важнейших хлор- и кислородсодержащих производных. Л.: ОНТИ. Химтеорет, **1936**.
568. Петров А.Д. Очерки по химии моторных топлив и смазочных масел. М.–Л.: изд-во АН СССР, **1941**.
569. Петров А.Д. Химия моторных топлив. М.: изд-во АН СССР, **1953**.
570. Металлоорганические соединения и радикалы. Сб. ст. к 90-летию со дня рождения Г.А.Разуваева. М.: Наука, **1985**.
571. Разуваев Г.А., Брилкина Т.Г. *Усп. хим.* **1976**, *45*, 2196.
572. Петухов Г.Г. *Труды по химии и химической технологии.* **1958**, *1*, 439.
573. Воспоминания об академике Григории Алексеевиче Разуваеве. М.: Наука, **1992**.
574. Волков В.А., Вонский Е.В., Кузнецова Г.И. Выдающиеся ученые мира. М.: Высшая школа, **1991**.
575. Разуваев Г.А., Грибов Б.Г., Домрачев Г.А., Саламатин Б.А. Металлоорганические соединения в электронике. М.: Наука, **1972**.
576. Разуваев Г.А., Ольдекоп Ю.А., Майер Н.А. *Докл. АН СССР.* **1954**, *98*, 613.
577. Вязанкин Н.С., Разуваев Г.А., Гладышев Е.Н. *Докл. АН СССР.* **1963**, *151*, 1326.
578. Додонов В.А., Старостина Т.И. *Клеи. Герметики. Технологии.* **2017**, *1*, 1.
579. Stepovik L.P., Dodonov V.A., Ziburdaeva E.A. *ЖОХ.* **1997**, *67*, 116.
580. Dodonov V.A., Ziburdaeva E.A., Stepovik L.P. *Russ. J. Gen. Chem.* **2000**, *70*, 1482.
581. Додонов В.А., Гушин А.В., Брилкина Т.Г. *ЖОХ.* **1984**, *54*, 2157.
582. Гушин А.В., Моисеев Д.В., Додонов В.А. *Изв. АН. Сер. хим.* **2001**, *7*, 1230.
583. Ley S.V., Thomas A.W. *Angew. Chem., Int. Ed.* **2003**, *42*, 5400.
584. Fedorov A.Yu., Finet J.-P. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. I.* **2000**, 3775.
585. Fedorov A.Yu., Carrara F., Finet J.-P. *Tetrahedron Lett.* **2001**, *42*, 5875.
586. Bolshakov A.V., Ganina O.G., Shavirin A.S., Kurskii Yu.A., Finet J.-P., Fedorov A.Yu. *Tetrahedron Lett.* **2002**, *43*, 8245.
587. Fedorov A.Yu., Finet J.-P. *Eur. J. Org. Chem.* **2004**, *9*, 2040.
588. Finet J.-P., Fedorov A.Yu. *J. Organometal. Chem.* **2006**, *691*, 2386.
589. Nyuchev A.V., Otvagin V.F., Fokin V.V., Gavrushin A.E., Romanenko Y.I., Koifman O.I., Belykh D.V., Schmalz H.-G., Fedorov A.Yu. *Synthesis.* **2015**, *47*, 3717.
590. Naumov M.I., Sutirin S.A., Shavyrin A.S., Ganina O.G., Beletskaya I.P., Bourgarel-Rey V., Combes S., Finet J.-P., Fedorov A.Yu. *J. Org. Chem.* **2007**, *72*, 3293.
591. Malysheva Yu.B., Combes S., Fedorov A.Yu., Knochel P., Gavrushin A.E. *Synlett.* **2012**, *23*, 1205.
592. Voitovich Yu.V., Shegravina E.S., Sitnikov N.S., Faerman V.I., Fokin V.V., Schmalz H.-G., Combes S., Allegro D., Barbier P., Beletskaya I.P., Svirshchevskaya E.V., Fedorov A.Yu. *J. Med. Chem.* **2015**, *58*, 692.
593. Schegravina E.S., Knyazev D., Svirshchevskaya E.V., Beletskaya I.P., Schmalz H.-G., Fedorov A.Yu. *Eur. J. Org. Chem.* **2016**, *34*, 5620.
594. Gracheva Iu.A., Voitovich Iu.V., Faerman V.I., Sitnikov N.S., Myrsikova E.V., Schmalz H.-G., Svirshchevskaya E.V., Fedorov A.Yu. *Eur. J. Med. Chem.* **2017**, *126*, 432.
595. Головщиков К.Д. История Демидовского юридического лица в Ярославле (1803–1899 г.). Ярославль: Типолитограф. Э.Г.Фальк, **1900**.
596. Щеглов В.Г. Высшее учебное заведение в Ярославле имени Демидова в первый век его образования и деятельности (6 июля 1803–1903 г.). Ярославль: тип. Губ. правл., **1903**.
597. Марасанова В.М. Летопись Ярославля: 1010–2010. С-Пб.: ИД «Морской Петербург», **2007**.
598. История ЯГПУ за 100 лет. Ред. М.В.Новикова. Ярославль: изд-во ЯГПУ, **2008**.
599. Митькова Т.Н. Первенец СК: Из истории Ярославского завода синтетического каучука. Ярославль, **1965**.
600. Лукьянов П.М., Соловьева А.С. История химической промышленности СССР. М.: Просвещение, **1966**.
601. Лебедев С.В. О полимеризации двуэтиленовых углеводов. *ЖРХО.* **1909**, *41*, 42.
602. Этапы большого пути. 60 лет Ярославскому техническому университету. Сб. очерков и воспоминаний. Ред. А.А.Ломов. Ярославль: изд-во ЯГТУ, **2004**.
603. Ректоры, профессора и доктора наук ЯГТУ. Биографические очерки. Ред. А.А.Ломов. Ярославль: изд. ЯГТУ, **2008**.
604. Фарберов М.И. *Докл. АН СССР.* **1956**, *110*, 1005.
605. Фарберов М.И. Теория и практика жидкофазного окисления. М.: Наука, **1974**.
606. Долгопоск Б.А., Тинякова Е.И. *Химическая наука и промышленность.* **1957**, *2*, 280.
607. Долгопоск Б.А., Ерусалимский Б.Л., Тинякова Е.И. *Изв. АН СССР. ОХН.* **1958**, 469.
608. Яковлев В.А. *Вестн. РАН.* **2005**, *75*, 1044.
609. Туров Б.С., Виноградов П.А., Долгопоск Б.А., Касторский Л.Н. *Докл. АН СССР.* **1964**, *155*, 674.
610. Dolgoplosk B.A., Tiniakova E.F., Vinogradov P.A., Parenago O.P., Turov B.S. *J. Polymer. Sci. C.* **1968**, *16*, 3685.
611. Мусабеков Ю.С. История органического синтеза в России. М.: изд-во АН СССР, **1958**.
612. Мусабеков Ю.С. Юстус Либих (1803–1873 г.). М.: изд-во АН СССР, **1962**.
613. Кошкин Л.В., Мусабеков Ю.С. Возникновение и развитие представлений об органических свободных радикалах. М.: Наука, **1967**.

614. Миронов Г.С. Теория химических реакций и процессов органического синтеза. Ярославль: изд-во Яросл. технолог. ин-та, **1973**.
615. Миронов Г.С., Фарберов М.И., Орлова И.М. *ЖПХ*. **1963**, 36, 654.
616. Миронов Г.С., Фарберов М.И. *Докл. АН СССР*. **1963**, 148, 1095.
617. Миронов Г.С., Фарберов М.И. *ЖОрХ*. **1973**, 9, 128.
618. Устинов В.А., Миронов Г.С., Фарберов М.И. *ЖОрХ*. **1972**, 8, 1509.
619. Устинов В.А., Миронов Г.С., Фарберов М.И. *ЖОрХ*. **1972**, 8, 1901.
620. Устинов В.А., Миронов Г.С., Фарберов М.И. *ЖОрХ*. **1973**, 9, 128.
621. Лысанов В.А., Фарберов М.И., Москвичев Ю.А., Миронов Г.С., Сатаев Е.В., Бычков Б.Н. *ЖОрХ*. **1976**, 12, 2106.
622. Москвичев Ю.А., Шапиро Ю.Е., Тимошенко Г.Н., Герасимова Н.П., Шутова И.В., Миронов Г.С. *ЖОрХ*. **1984**, 20, 1032.
623. Москвичев Ю.А., Тарасов А.В., Алов Е.М., Герасимова Н.П. *ЖВХО*. **2005**, 49 (6), 21.
624. Устинов В.А., Миронов Г.С., Танунина П.М., Чернина Е.И., Воробьев В.Д., Кофанов Е.Р. *Пластические массы*. **1981**, 9, 10.
625. Перепечкина Е.П., Богданов М.Н., Романова Т.А., Кудрявцев Г.И., Устинов В.А., Миронов Г.С., Плахтинский В.В. *Высокомолекулярное соед.* **1977**, 19Б, 621.
626. Устинов В.А., Миронов Г.С., Казин В.Н., Кофанов Е.Р. *ЖОрХ*. **1979**, 15, 109.
627. Колобов А.В., Овчинников К.Л., Кофанов Е.Р., Данилова А.С., Красовская Г.Г., Казина Е.Г. *ЖОрХ*. **1999**, 35, 1653. [Kolobov A.V., Ovchinnikov K.L., Kofanov E.R., Danilova A.S., Krasovskaya G.G., Kazina E.G. *Russ. J. Org. Chem.* **1999**, 35, 1653.]
628. Соколов А.В., Колобов А.В., Овчинников К.Л., Кофанов Е.Р. *ЖОХ*. **2001**, 71, 1342. [Sokolov A.V., Kolobov A.V., Ovchinnikov K.L., Kofanov E.R. *Russ. J. Gen. Chem.* **2001**, 71, 1269.]
629. Устинов В.А., Плахтинский В.В., Миронов Г.С., Рябухина Н.С., Ясинский О.А. *ЖОрХ*. **1979**, 15, 1575.
630. Устинов В.А., Рябухина Н.С., Канинский П.С., Плахтинский В.В., Миронов Г.С. *ЖОрХ*. **1985**, 21, 560.
631. Устинов В.А., Плахтинский В.В., Рябухина Н.С., Канинский П.С., Миронов Г.С. *ЖОрХ*. **1985**, 21, 560.
632. Дорогов М.В., Плахтинский В.В., Ясинский О.А., Плисс Е.М. *ЖОрХ*. **1999**, 35, 1199.
633. Ясинский О.А., Устинов В.А., Копейкин В.В., Кофанов Е.Р., Плахтинский В.В., Крюкова Г.Г., Миронов Г.С. *ЖОХ*. **1977**, 47, 211.
634. Устинов В.А., Ясинский О.А., Филиппова Т.П., Миронов Г.С. *ЖОХ*. **1981**, 51, 936.
635. Ясинский О.А., Русаков А.И., Филиппова Т.П., Плахтинский В.В. *ЖФХ*. **1990**, 64, 1670.
636. Вороненков В.В., Осокин Ю.Г. *Усп. хим.* **1972**, 41, 1366.
637. Обухова Т.А., Вороненков В.В., Бетнев А.Ф., Волкова Л.В., Клюев И.В. *ЖОрХ*. **1995**, 31, 1152.
638. Обухова Т.А., Буданов Н.А., Данилова А.С., Обухов М.В. *ЖОрХ*. **1998**, 34, 99.
639. Бетнев А.Ф., Обухова Т.А., Буданов Н.А., Колпашикова И.С., Бетнев С.А. *ЖОрХ*. **1999**, 35, 546.
640. Vazurin A.A., Krasnikov S.V., Obuchova T.A., Danilova A.S., Balakin K.V. *Tetrahedron Lett.* **2004**, 45, 6669.
641. Москвичев Ю.А., Шапиро Ю.Е., Крамерова С.К., Сизык Л.А., Алов Е.М. *ЖОрХ*. **1982**, 18, 1530.
642. Янота Х., Алов Е.М., Москвичев Ю.А., Миронов Г.С. *ЖОрХ*. **1985**, 21, 365.
643. Никифоров А.В., Алов Е.М., Москвичев Ю.А., Миронов Г.С. *ЖОрХ*. **1990**, 26, 1083.
644. Abramov I.G., Smirnov A.V., Ivanovskii S.A., Abramova M.B., Plakhtinskii V.V. *Heterocycles*. **2001**, 55, 1161.
645. Abramov I.G., Smirnov A.V., Ivanovskii S.A., Abramova M.B., Plakhtinskii V.V. *Heterocycles*. **2001**, 55, 1161.
646. Дорогов М.В., Деревягин Л.А., Буданов Н.А., Котов Б.В., Плахтинский В.В. *ЖОрХ*. **1998**, 34, 696.
647. Рожков С.С., Овчинников К.Л., Колобов А.В. *Изв. АН. Сер. хим.* **2014**, 63 (1), 137. [Rozhkov S.S., Ovchinnikov K.L., Kolobov A.V. *Russ. Chem. Bull.* **2014**, 63, 137.]
648. Воронова А.А., Байков С.В., Красовская Г.Г., Колобов А.В., Кофанов Е.Р. *ЖОрХ*. **2014**, 50, 1694. [Voronova A.A., Baikov S.V., Krasovskaya G.G., Kolobov A.V., Kofanov E.R. *Russ. J. Org. Chem.* **2014**, 50, 1683.]
649. Рожков С.С., Овчинников К.Л., Красовская Г.Г., Данилова А.С., Колобов А.В. *ЖОрХ*. **2015**, 51, 1000. [Rozhkov S.S., Ovchinnikov K.L., Krasovskaya G.G., Danilova A.S., Kolobov A.V. *Russ. J. Org. Chem.* **2015**, 51, 982.]
650. Заварзин И.В., Кулешова Е.С., Чернобурова Е.И., Щетинина М.А., Колобов А.В., Плахтинский В.В., Джафаров М.Х. *Изв. АН. Сер. хим.* **2014**, 538. [Zavarzin I.V., Kuleshova E.S., Chernoburova E.I., Shchetinina M.A., Kolobov A.V., Plakhtinskii V.V., Dzhafarov M.Kh. *Russ. Chem. Bull.* **2014**, 63, 538.]
651. Субботина Л.И., Баканова А.А., Кофанов Е.Р., Попова Е.Н., Власова Е.Н., Светличный В.М. *ЖПХ*. **2015**, 88, 1478. [Subbotina L.I., Bakanova A.A., Kofanov E.R., Popova E.N., Vlasova E.N., Svetlichnyi V.M. *Russ. J. Appl. Chem.* **2015**, 88, 1661.]
652. Кошель Г.Н., Фарберов М.И., Макаров М.М., Глазырина И.И., Бычков Б.Н. *Докл. АН СССР*. **1977**, 273, 164.
653. Кошель Г.Н., Курганова Е.А., Смирнова Е.В., Кошель С.Г., Плахтинский В.В., Бельшева М.С. *ЖОрХ*. **2008**, 44, 568. [Koshel' G.N., Kurganova E.A., Smirnova E.V., Koshel' S.G., Plakhtinskii V.V., Belysheva M.S. *Russ. J. Org. Chem.* **2008**, 44, 553.]
654. Шленев Р.М., Филимонов С.И., Тарасов А.В., Данилова А.С., Агатъев П.А. *ЖОрХ*. **2016**, 52, 456. [Shlenev R.M.,

- Filimonov S.I., Tarasov A.V., Danilova A.S., Agat'ev P.A. *Russ. J. Org. Chem.* **2016**, 52, 448.]
655. Шленев Р.М., Филимонов С.И., Тарасов А.В., Данилова А.С., Агат'ев П.А. *ЖОрХ.* **2016**, 52, 257. [Shlenev R.M., Filimonov S.I., Tarasov A.V., Danilova A.S., Agat'ev P.A. *Russ. J. Org. Chem.* **2016**, 52, 240.]
656. Шленев Р.М., Филимонов С.И., Тарасов А.В., Данилова А.С., Агат'ев П.А. *ЖОрХ.* **2016**, 52, 456. [Shlenev R.M., Filimonov S.I., Tarasov A.V., Danilova A.S., Agat'ev P.A. *Russ. J. Org. Chem.* **2016**, 52, 448.]
657. Ermolaeva V.V., Gerasimova N.P., Nozhnina N.A., Moskvichev Yu.A., Alov E.M., Danilova A.S. *Mendeleev Commun.* **2005**, 15, 84.
658. Dorogov M.V., Filimonov S.I., Kobylinsky D.B., Ivanovsky S.A., Korikov P.V., Soloviev M.Y., Khahina M.Y., Shalygina E.E., Kravchenko D.V., Ivachtchenko A.V. *Synthesis.* **2004**, 2999.
659. Smirnov A.V., Kalandadze L.S., Sakharov V.N., Dorogov M.V., Ivachtchenko A.V. *J. Heterocyclic Chem.* **2007**, 44, 247.
660. Sapegin A.V., Sakharov V.N., Kalandadze L.S., Smirnov A.V., Khristolyubova T.A., Plakhtinski V.V., Ivashchenko A.V. *Mendeleev Commun.* **2008**, 281.
661. Кириллов В.В., Куковицкий С.А., Зорин В.В., Рахманкулов Д.Л., Плахтинский В.В. *ЖОрХ.* **1987**, 23, 444.
662. Знойко С.А., Аكوпова О.Б., Бумбина Н.В., Усолцева Н.В., Майзлиш В.Е., Шапошников Г.П., Абрамов И.Г. *ЖОХ.* **2014**, 84, 636. [Znoyko S.A., Akopova O.B., Bumbina N.V., Usoltseva N.V., Maizlish V.E., Shaposhnikov G.P., Abramov I.G. *Russ. J. Gen. Chem.* **2016**, 84, 708.]
663. Знойко С.А., Савинова А.И., Майзлиш В.Е., Шапошников Г.П., Абрамов И.Г. *ЖОХ.* **2016**, 86, 1016. [Znoyko S.A., Savinova A.I., Maizlish V.E., Shaposhnikov G.P., Abramov I.G. *Russ. J. Gen. Chem.* **2016**, 86, 1345.]
664. Filimonov S.I., Chirkova Zh.V., Abramov I.G., Firgang S.I., Stashina G.A., Suponitsky K.Yu. *Heterocycles.* **2011**, 83, 755.
665. Коршак В.В., Русанов А.Л., Берлин А.М., Эйн З.Б., Алов Е.М., Москвичев Ю.А., Миронов Г.С. *Высокомолекулярное соед.* **1984**, 26, 713.
666. Коршак В.В., Русанов А.Л., Берлин А.М., Едлинский З.Я., Плахтинский В.В., Миронов Г.С. *Высокомолекулярное соед.* **1989**, 31А, 51.
667. Чиркова Ж.В., Филимонов С.И., Абрамов И.Г., Фирганг С.И., Сташина Г.А. *Изв. АН. Сер. хим.* **2011**, 60, 1693. [Chirkova Zh.V., Filimonov S.I., Abramov I.G., Firgang S.I., Stashina G.A. *Russ. Chem. Bull.* **2011**, 60, 1719.]
668. Chirkova Zh.V., Filimonov S.I., Abramov I.G., Firgang S. I., Stashina G. A., Strelenko Yu.A., Khakimov D.V., Pivina T.S., Samet A.V., Suponitsky K.Yu. *Tetrahedron.* **2012**, 68, 5991.
669. Филимонов С.И., Корсаков М.К., Чиркова Ж.В., Абрамов И.Г., Сташина Г.А., Фирганг С.И., Ковыгин Ю.А., Шихалиев Х.С. *ХТС.* **2013**, 1065. [Filimonov S.I., Korsakov M.K., Chirkova Zh.V., Abramov I.G., Stashina G.A., Firgang S.I., Kovygin Yu.A., Shikhaliev Kh.S. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2013**, 49, 993.]
670. Москвичев Ю.А., Сапунов В.А., Миронов Г.С., Мирскова А.Н., Воронков М.Г., Синева Л.И., Салазкин С.Н., Егоров А.Е. А.с. 706409 (1979). СССР. *Б.И.* **1979**, № 48.
671. Batuashvili M.R., Tsegelskya A.Yu., Perov N.S., Semenova G.K., Abramov I.G., Kuznetsov A.A. *High Perform. Polym.* **2014**, 26, 470.
672. Жандарев В.В., Гошин М.Е., Казин В.Н., Смирнов А.В., Плахтинский В.В., Филимонов С.И. *ЖОрХ.* **2007**, 43, 318. [Zhandarev V.V., Goshin M.E., Kazin V.N., Smirnov A.V., Plakhtinskii V.V., Filimonov S.I. *Russ. J. Org. Chem.* **2007**, 43, 315.]
673. Казин В.Н., Кужин М.Б., Сибриков С.Г., Сирик А.В., Гузов Е.А., Плахтинский В.В. *ЖОХ.* **2017**, 87, 362. [Kazin V.N., Kuzhin S.G., Sibrikov M.B., Sirik A.V., Guзов E.A., Plakhtinski V.V. *Russ. J. Gen. Chem.* **2017**, 87, 381.]
674. Chirkova Zh.V., Kabanova M.V., Filimonov S.I., Abramov I.G., Petzer A., Petzer J.P., Firgang S.I., Suponitsky K.Yu. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2015**, 25, 1206.
675. Жандарев В.В., Казин В.Н., Копейкин В.В. *Кинетика и катализ.* **1997**, 38, 397.
676. Казин В.Н., Сибриков С.Г., Копейкин В.В., Миронов Г.С. *ЖОрХ.* **1991**, 27, 380.
677. Орлов В.Ю., Котов А.Д., Копейкин В.В., Орлова Т.Н., Русаков А.И., Миронов Г.С. *ЖОрХ.* **1996**, 32, 1378.
678. Орлов В.Ю., Котов А.Д., Копейкин В.В., Русаков А.И., Миронов Г.С., Быстрякова Е.Б. *ЖОрХ.* **1998**, 34, 572.
679. Орлов В.Ю., Русаков А.И., Мендкович А.С., Гультай В.П. Структура и реакционная способность органических анион-радикалов. М.: Мир, **2005**.
680. Орлов В.Ю., Котов А.Д., Русаков А.И. Функционализация карбо-, N-, O-содержащих гетероароматических систем. М.: Мир, **2010**.
681. Орлов В.Ю., Котов А.Д., Цивов А.В., Русаков А.И. *ЖОрХ.* **2015**, 51, 255. [Orlov V.Yu., Kotov A.D., Tsivov A.V., Rusakov A.I. *Russ. J. Org. Chem.* **2015**, 51, 245.]
682. Орлов В.Ю., Люткин А.С., Волков Е.М., Кужин М.Б. *ЖОХ.* **2017**, 87, 376. [Orlov V.Yu., Lyutkin A.S., Volkov E.M., Kuzhin M.B. *Russ. J. Gen. Chem.* **2017**, 87, 386.]
683. Бегунов Р.С., Рызванович Г.А. *Усп. хим.* **2013**, 82, 77. [Begunov R.S., Ryzvanovich G.A. *Russ. Chem. Rev.* **2013**, 82, 77.]
684. Бегунов Р.С., Соколов А.А. *ЖОрХ.* **2014**, 50, 1234. [Begunov R.S., Sokolov A.A. *Russ. J. Org. Chem.* **2014**, 50, 1220.]
685. Марьин В.И. Владимир Васильевич Челинцев. Саратов: изд-во Саратов. ун-та, **1985**, 160.
686. Челинцев В.В. Исследование высших атомностей у кислородных, сернистых и азотистых органических соединений. М.: тип. Имп. Московского ун-та, **1912**, 324.
687. Челинцев В.В. Органические катализаторы и комплексные органические соединения как промежуточные вещества при катализе. М.–Л.: изд-во АН СССР, **1939**, 176.

688. Высоцкий В.И. Школа органической химии ДВГУ. *Вестн. ДВО РАН*. **1999**, 3, 14.
689. Химия пяти-, шестичленных азот-, кислородсодержащих гетероциклов. Ред. А.П.Кривенько. Саратов: изд-во Саратов. ун-та, **1997**, 272.
690. Кривенько А.П., Астахова Л.Н. Александр Александрович Пономарев. Изв. Саратовск. ун-та. Новая серия. Химия. Биология. Экология. Отдельный оттиск. **2009**, 9, 45.
691. Пономарев А.А. Синтезы и реакции фурановых веществ. Саратов: изд-во Саратов. ун-та, **1960**, 242.
692. Харченко В.Г. Кафедре органической химии Саратовского университета 70 лет. Карбонильные соединения в синтезе гетероциклов. Саратов: изд-во Саратов. ун-та, **1992**, 3.
693. Кто есть кто в Российской химии: Справочник. М.: Химия и жизнь, **2001**, 115, 237.
694. Кривенько А.П., Харченко В.Г. Путь длиною в 80 лет. Саратов: изд-во Саратов. ун-та, **2002**.
695. Кривенько А.П. Кафедре органической и биоорганической химии Саратовского государственного университета 75 лет. Новые достижения в органической химии. Саратов: изд-во Саратов. ун-та, **1997**, 3.
696. Кривенько А.П. Развитие химии карбонильных и гетероциклических соединений Саратовской школой химиков. Рефераты докладов и сообщений XVI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. М.: **1998**, 4, 436.
697. Кривенько А.П. Хроника IX Всероссийской конференции «Карбонильные соединения в синтезе гетероциклов». ХГС. **2001**, 1339.
698. Институт химии: научные достижения 2009–2014. Коллективная монография. Саратов: **2014**, 208.
699. Федотова О.В., Кривенько А.П., Пчелинцева Н.В., Крылатова Я.Г. Кафедра органической химии СГУ им. Н.Г.Чернышевского. Страницы истории. I Всероссийское совещание заведующих кафедрами органической химии и родственных специальностей. **2017**, 99.
700. Чупахин О.Н., Постовский И.Я. *Усп. хим.* **1976**, 45, 908.
701. Morrison R., Boyd R. Organic Chemistry. 2<sup>nd</sup> Ed. Boston: Allyn and Bacon, Inc. **1970**.
702. Charushin V.N., Chupakhin O.N. Topics in Heterocyclic Chemistry. Series Eds B.U.W.Maes, J.Cossy, S.Poland. Springer, **2014**, 37.
703. Chupakhin O.N., Charushin V.N., van der Plas H.C. Nucleophilic Aromatic Substitution of Hydrogen. N.-Y.: Academic Press, **1994**.
704. Charushin V.N., Chupakhin O.N. *Mendeleev Commun.* **2007**, 17, 249.
705. Щепочкин А.В., Чупахин О.Н., Чарушин В.Н., Петросян В.А. *Усп. хим.* **2013**, 82, 747. [Shchepochkin A.V., Chupakhin O.N., Charushin V.N., Petrosyan V.A. *Russ. Chem. Rev.* **2013**, 82, 747.]
706. Мусихина А.А., Утепова И.А., Серебрянникова П.О., Чупахин О.Н., Чарушин В.Н. *ЖОрХ.* **2013**, 49, 1207. [Musikhina A.A., Uteпова I.A., Serebrennikova P.O., Chupakhin O.N., Charushin V.N. *Russ. J. Org. Chem.* **2013**, 49, 1191.]
707. Uteпова I.A., Chupakhin O.N., Serebrennikova P.O., Musikhina A.A., Charushin V.N. *J. Org. Chem.* **2014**, 79, 8659.
708. Ковалев И.С., Копчук Д.С., Зырянов Г.В., Русинов В.Л., Чупахин О.Н., Чарушин В.Н. *Усп. хим.* **2015**, 84, 1191. [Kovalev I.S., Korchuk D.S., Zyryanov G.V., Rusinov V.L., Chupakhin O.N., Charushin V.N. *Russ. Chem. Rev.* **2015**, 84, 1191.]
709. Galliamova L.A., Varaksin M.V., Chupakhin O.N., Slepukhin P.A., Charushin V.N. *Organometallics.* **2015**, 34, 5285.
710. Chupakhin O.N., Charushin V.N. *Tetrahedron Lett.* **2016**, 57, 2665.
711. Khalymbadza I.A., Chupakhin O.N., Fatykhov R.F., Charushin V.N., Schepochkin A.V., Kartsev V.G. *Synlett.* **2016**, 27, 2606.
712. Gorbunov E.B., Rusinov G.L., Ulomskii E.N., Eltsov O.S., Rusinov V.L., Kartsev V.G., Charushin V.N., Khalymbadza I.A., Chupakhin O.N. *Chem. Nat. Compd.* **2016**, 52, 708.
713. Varaksin M.V., Galliamova L.A., Stepanova O.A., Eltsov O.S., Chupakhin O.N., Charushin V.N. *J. Organometal. Chem.* **2017**, 830, 93.
714. Terrier F. Organic Nitro Chemistry Series. Ed. H.Feuer. N.Y.: VCN Publishers, **1991**.
715. Smith M.B., March J. March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanism and Structure 6<sup>th</sup> Ed. Hoboken: J.Wiley & Sons Inc. **2007**.
716. Davis H.M.L., Morton D. *Angew. Chem., Int. Ed.* **2014**, 53, 10256.
717. Носова Э.В., Липунова Г.Н., Чарушин В.Н., Чупахин О.Н. Фторсодержащие азины и бензазины. Екатеринбург: изд-во УрО РАН, **2011**.
718. Чарушин В.Н., Носова Э.В., Липунова Г.Н., Чупахин О.Н. Фторхинолоны: синтез и применение. М.: Физматлит, **2013**.
719. Charushin V.N., Lipunova G.N., Nosova E.V., Chupakhin O.N. Fluorine in Heterocyclic Chemistry. Ed. V.Nenajdenko. Springer, **2014**, 2, 111.
720. Носова Э.В., Липунова Г.Н., Чарушин В.Н. *Усп. хим.* **2009**, 78, 421. [Nosova E.V., Lipunova G.N., Charushin V.N. *Russ. Chem. Rev.* **2009**, 78, 387.]
721. Nosova E.V., Lipunova G.N., Charushin V.N., Chupakhin O.N. *J. Fluor. Chem.* **2010**, 131, 1267.
722. Lipunova G.N., Nosova E.V., Charushin V.N., Chupakhin O.N. *Comm. Inor. Chem.* **2016**, 36, 245.
723. Русинов В.Л., Уломский Е.Н., Чупахин О.Н., Чарушин В.Н. *Изв. АН. Сер. хим.* **2008**, 967. [Rusinov V.L., Ulomskii E.N., Chupakhin O.N., Charushin V.N. *Russ. Chem. Bull.* **2008**, 57, 985.]
724. Rusinov V.L., Sapozhnikova I.M., Bliznik A.M., Chupakhin O.N., Charushin V.N., Spasov A.A., Vassiliev P.M., Kuznetsova V.A., Rashchenko A.I., Babkov D.A. *Arch. Pharm.* **2017**, 350, 1600361.

725. Shestakova T.S., Shenkarev Z.O., Deev S.L., Chupakhin O.N., Khalymbadzha I.A., Rusinov V.L., Arseniev A.S. *J. Org. Chem.* **2013**, 78, 6975.
726. Karpenko I., Deev S., Kiselev O., Charushin V., Rusinov V., Ulomsky E., Deeva E., Yanvarev D., Ivavov A., Smirnova O., Kochetkov S., Chupakhin O., Kukhanova M. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy.* **2010**, 54, 2017.
727. Chupakhin O.N., Deev S.L., Shestakova T.S., Eltsov O.L., Rusinov V.L. *Heterocycles.* **2010**, 80, 1149.
728. Khalymbadzha I.A., Shestakova T.S., Subbotina J.O., Eltsov O.S., Rusinov V.L., Chupakhin O.N., Karpenko I.L., Jasko M.V., Kukhanova M.K., Deev S.L. *Tetrahedron.* **2014**, 70, 1298.
729. Путохин Н.И. *ЖРХО.* **1924**, 55, 39.
730. Путохин Н.И. *ЖРХО.* **1927**, 59, 761.
731. Путохин Н.И. *ЖРХО.* **1928**, 60, 1179.
732. Путохин Н.И. *ЖРХО.* **1930**, 62, 2203.
733. Путохин Н.И. *ЖРХО.* **1930**, 62, 2209.
734. Путохин Н.И. *ЖРХО.* **1930**, 62, 2216.
735. Путохин Н.И., Давыдова Н.П. *ЖОХ.* **1932**, 2, 290.
736. Путохин Н.И. *ЖОХ.* **1935**, 5, 1176.
737. Демьянов Н.Я., Путохин Н.И. *Докл. АН СССР.* **1935**, 2, 390.
783. Путохин Н.И. *Ber.* **1926**, 59, 625.
739. Путохин Н.И. *Ber.* **1926**, 59, 1987.
740. Путохин Н.И. *ЖОХ.* **1945**, 15, 332.
741. Путохин Н.И. *ЖОХ.* **1945**, 15, 332.
742. Органические реакции. Сборник 3. Пер. с англ. М.: изд-во иностр. лит-ры, **1951**, 449.
743. Путохин Н.И., Егорова В.С. *ЖОХ.* **1940**, 10, 1873.
744. Путохин Н.И., Чуркин Ю.Д. *ЖОрХ.* **1965**, 1, 601, 603.
745. Путохин Н.И., Яковлев В.И. *Сб. научн. трудов Куйбышевского индустриального института.* **1955**, 5, 261.
746. Путохин Н.И., Яковлев В.И. *Докл. АН СССР.* **1954**, 98, 89.
747. Путохин Н.И., Егорова В.С. *Докл. АН СССР.* **1954**, 96, 293.
748. Путохин Н.И. *Сб. науч. трудов Куйбышевского индустриального института.* **1955**, №5, 271.
749. Путохин Н.И. *Сб. науч. трудов Куйбышевского индустриального института.* **1955**, №5, 254.
750. Путохин Н.И., Чуркин Ю.Д. *ЖОрХ.* **1965**, 1, 1008.
751. Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение ИК-, УФ-, ЯМР-спектроскопии в органической химии. Учеб. пособие для вузов. М.: Высшая школа, **1971**.
752. Смирнов В.А., Липкин А.Е. *ХГС.* **1972**, 10, 1369.
753. Вахреева К.И., Липкин А.Е. *ХГС.* **1971**, 7, 918.
754. Земцова М.Н., Липкин А.Е. *ХГС.* **1973**, 2, 183.
755. Беленькая Р.С., Липкин А.Е., Острякова В.М. *Хим.-фарм. ж.* **1972**, 1, 13.
756. Вахреева К.И., Видеркер М.Г., Бучин П.И., Липкин А.Е., Рыскина Т.Б. *Хим.-фарм. ж.* **1972**, 1, 24.
757. Липкин А.Е. *ХГС.* **1968**, 6, 984.
758. Бучин П.И., Липкин А.Е. Производные тиофена и битиофена как перспективные антисептики новой группы. Саратов: изд-во Саратов. ун-та, **1974**.
759. Голод Е.Л., Моисеев И.К., Мратхузина Т.А. *Рос. хим. ж.* **1997**, 2, 36.
760. Моисеев И.К., Макарова Н.В., Земцова М.Н. *Усп. хим.* **1999**, 68, 1102.
761. Климочкин Ю.Н., Моисеев И.К., Абрамов О.В., Владыко Г.В., Коробченко Л.В., Бореко Е.И. *Хим.-фарм. ж.* **1991**, 7, 49; Климочкин Ю.Н., Моисеев И.К., Владыко Г.В., Коробченко Л.В., Бореко Е.И. *Хим.-фарм. ж.* **1991**, 7, 46.
7627. Климочкин Ю.Н., Леонова М.В., Скоморохов М.Ю., Моисеев И.К. *ЖОрХ.* **2015**, 51, 1737.
763. Коньков С.А., Моисеев И.К., Земцова М.Н., Бормашева К.М. *Усп. хим.* **2014**, 83, 377.
764. Shiryaev A., Shiryaev V., Khamitova D. *Synthesis.* **2011**, 3204.
765. Успехи химии адамантана. Сборник обзорных статей. Ред. Н.С.Зефилов, И.К.Моисеев. М.: Химия, **2007**.
766. Климочкин Ю.Н., Ширяев В.А., Леонова М.В. *Изв. АН. Сер. хим.* **2015** (7), 1473.
767. Осипов Д.В., Осянин В.А., Климочкин Ю.Н. *Усп. хим.* **2017**, 7, 625.
768. Лукьянов П.М. История химических промыслов и химической промышленности России до 19 века. Москва-Ленинград: Наука, **1948-1965**, III.
769. Слоневский В.И., Полянский П.П. Калининский государственный педагогический институт им. М.И.Калинина за 50 лет его деятельности (1917-1967 г.): краткий исторический очерк. Калинин: изд-во КГПИ, **1967**.
770. Известия Тверского педагогического института. Тверь, **1928** (IV).
771. Бычков С.П., Волошина В.Ю., Гайлит О.А., Жигунова М.А., Корзун В.П., Мамонтова М.А., Петренко, О.В., Рыженко В.Г., Томилов Н.А. Университет в истории и история университета к 40-летию Омского государственного университета имени Ф.М.Достоевского. ООО Издательский дом «Наука», Омск, **2014**.
772. Ремнев А.В. Профессора Омского государственного университета. Омск: изд-во Омского гос. ун-та, **2004**, 32.
773. Академическая химия Восточной Сибири (Иркутскому институту химии им. А.Е.Фаворского СО РАН 50 лет). Ред. Б.А.Трофимов. М.Г.Воронков, главн. ред. Л.Б.Кривдин. Новосибирск: изд-во СО РАН, **2007**.
774. Шостаковский М.Ф., Трофимов Б.А., Атавин А.С., Лавров В.И. *Усп. хим.* **1968**, 37, 2070.
775. Kukharev V.F., Atavin A.S. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1975**, 9, 1432.
776. Trofimov V.A., Mikhaleva A.I., Atavin A.S., Chebotareva E.G. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1975**, 11, 1216.
777. Kost A.N., Gromov S.P., Sagitullin R.S. *Tetrahedron.* **1981**, 37, 3423.
778. Shkil G.P., Lusic V., Muceniece D., Sagitullin R.S. *Tetrahedron.* **1995**, 51, 8599.
779. Shkil G.P., Sagitullin R.S. *Tetrahedron Lett.* **1993**, 34, 5967.
780. Shkil G.P., Sagitullin R.S. *Tetrahedron Lett.* **1994**, 35, 2075.

781. Fyssiuk A.S., Vorontsova M.A., Sagitullin R.S. *Mendeleev Commun.* **1993**, 249.
782. Fisyuk A.S., Vorontsova M.A. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1997**, 33, 857.
783. Fisyuk A.S., Vorontsova M.A., Temnikov D.V. *Tetrahedron Lett.* **1996**, 37, 5203.
784. Fisyuk A.S., Vorontsova M.A. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1998**, 34, 65.
785. Fisyuk A.S., Berdovich L.V., Temnikov D.V., Knyaz'kova L.N. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1997**, 33, 805.
786. Fisyuk A.S., Vorontsova M.A., Temnikov D.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1997**, 33, 1461.
787. Fisyuk A.S., Vorontsova M.A. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1998**, 34, 195.
788. Fisyuk A.S., Poendaev N.V., Bundel' Y.G. *Mendeleev Commun.* **1998**, 8, 12.
789. Fisyuk A.S., Vorontsova M.A. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1998**, 34, 629.
790. Fisyuk A.S., Poendaev N.V. *Targets in heterocyclic systems.* **2001**, 5, 271.
791. Fisyuk A.S., Bundel' Y.G. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1999**, 35, 125.
792. Fisyuk A.S., Poendaev N.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2003**, 39, 895.
793. Fisyuk A.S., Poendaev N.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2003**, 39, 891.
794. Fisyuk A.S., Vorontsova M.A., Ivanov S.A. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1994**, 30, 709.
795. Fisyuk A.S., Poendaev N.V. *Molecules.* **2002**, 7, 124.
796. Fisyuk A.S., Poendaev N.V. *Molecules.* **2002**, 7, 119.
797. Chena Q.-B., Xina X.-L., Aisaa H.A. *Phytochem. Lett.* **2017**, 19, 168.
798. Fisyuk A.S., Peretokin A.V., Ryzhova E.A., Boiko I.P., Unkovskii B.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1996**, 32, 732.
799. Fisyuk A.S., Unkovskii B.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1992**, 28, 829.
800. Fisyuk A.S., Peretokin N.V., Unkovsky B.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2003**, 39, 802.
801. Fisyuk A.S., Ryzhova E.A., Unkovskii B.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2001**, 37, 597.
802. Fisyuk A.S., Moskovkin A.S., Miroshnichenko I.V., Botnikov M.Ya., Unkovskii B.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1992**, 28, 823.
803. Fisyuk A.S., Kulakov I.V., Goncharov D.S., Nikitina O.S., Bogza Y.P., Shatsauskas A.L. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2014**, 50, 217.
804. Goncharov D.S., Garkushenko A.K., Savelieva A.P., Fisyuk A.S. *Arkivoc.* **2015**, 176.
805. Kulakov I.V., Nikolaenkova E.B., Gatilov Y.V., Tikhonov A.Y., Fisyuk A.S. *Tetrahedron Lett.* **2015**, 56, 5980.
806. Fisyuk A.S., Mukanov A.Yu., Novikova E.Yu. *Mendeleev Commun.* **2003**, 6, 278.
807. Fisyuk A.S., Mukanov A.Y., Poendaev N.V. *Mol. Div.* **2010**, 14, 455.
808. Fisyuk A.S. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2012**, 48, 548.
809. Sagitullina G.P., Glizinskaya L.V., Sagitullin R.S. *Mendeleev Commun.* **2006**, 16, 56.
810. Sagitullina G.P., Lisitskaya L., Vorontsova M.A., Sagitullin R.S. *Mendeleev Commun.* **2007**, 17, 192.
811. Сагитуллина Г.П., Гаркушенко А.К., Винокурова Ю.О., Ныrkova В.А., Атавин Е.Г., Сагитуллин Р.С. *ЖОрХ.* **2009**, 45, 1058. [Sagitullina G.P., Garkushenko A.K., Vinokurova Yu.O., Nyrkova V.A., Atavin E.G., Sagitullin R.S. *Russ. J. Org. Chem.* **2009**, 45, 1045.]
812. Levi M.D., Fisyuk A.S., Demadrille R., Markevich E., Gofer Y., Aurbach D., Pron A. *Chem. Commun.* **2006**, 3299.
813. Fisyuk A.S., Demadrille R., Querner C., Zagorska M., Bleuse J., Pron A. *New J. Chem.* **2005**, 29, 707.
814. Giraud M., Andreiadis E.S., Fisyuk A.S., Demadrille R., Pécaut J., Imbert D., Mazzanti M. *Inorg. Chem.* **2008**, 47, 3952.
815. Kotwica K., Kurach E., Louarn G., Kostyuchenko A.S., Fisyuk A.S., Zagorska M., Pron A. *Electrochim. Acta.* **2013**, 111, 491.
816. Kostyuchenko A.S., Averkov A.M., Fisyuk A.S. *Org. Lett.* **2014**, 16, 1833.
817. Kostyuchenko A.S., Yurpalov V.L., Kurowska A., Domagala W., Pron A., Fisyuk A.S. *Beilst. J. Org. Chem.* **2014**, 10, 1596.
818. Kurowska A., Kostyuchenko A.S., Zassowski P., Skorka L., Yurpalov V.L., Fisyuk A.S., Pron A., Domagala W. *J. Phys. Chem. C.* **2014**, 118, 25176.
819. Kostyuchenko A.S., Drozdova E.A., Fisyuk A.S. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2017**, 53, 92.
820. Kostyuchenko A.S., Zheleznova T.Yu., Stasyuk A.J., Kurowska A., Domagala W., Pron A., Fisyuk A.S. *Beilst. J. Org. Chem.* **2017**, 13, 313.
821. Katsiel A.L., Sharipova A.N., Fisyuk A.S. *Mendeleev Commun.* **2008**, 18, 169.
822. Fisyuk A.S., Bogza Yu.P., Belyaeva L.V., Belyaev V.B. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2012**, 48, 1078.
823. Bogza Yu.P., Katsiel' A.L., Sharypova A.N., Tolstikova T.G., Fisyuk A.S. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2015**, 50, 1712.
824. Kotwica K., Kostyuchenko A.S., Data P., Marszalek T., Skorka L., Jaroch T., Kacka S., Zagorska M., Nowakowski R., A Monkman P., Fisyuk A.S., Pisula W., Pron A. *Chem. Eur. J.* **2016**, 22, 11795.
825. Медведева М.М., Доронькин В.Н., Пожарский А.Ф., Новиков В.Н. *ХГС.* **1977**, 1120. [Medvedeva M.M., Doron'kin V.N., Pozharskii A.F., Novikov V.N. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1977**, 13, 903.]
826. Медведева М.М., Пожарский А.Ф., Кузьменко В.В., Бессонов В.В., Тертов В.А. *ХГС.* **1979**, 200. [Medvedeva M.M., Pozharskii A.F., Kuz'menko V.V., Bessonov V.V., Tertov V.A. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1979**, 15, 166.]

827. Медведева М.М., Пожарский А.Ф. *ХГС*. **1982**, 1086. [Medvedeva M.M., Pozharskii A.F. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1982**, *18*, 830.]
828. Aksenov A.V., Magedov I.V., Smushkevich Yu.I. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. I*. **1992**, 759.
829. Aksenov A.V., Polykarpov A.Yu., Smushkevich Yu.I., Magedov I.V. *J. Chem. Res. S*. **1994**, 402.
830. Трифонов В.В., Гончаров В.И., Аксенов А.В. *ХГС*. **2006**, 1105. [Trifonov V.V., Goncharov V.I., Aksenov A.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2006**, *42*, 955.]
831. Aksenov A.V., Aksenova I.V., Borovlev I.V., Smushkevich Yu.I. *Molecules*. **1999**, 122.
832. Аксенов А.В., Аксенова И.В., Смушкевич Ю.И. *ХГС*. **2001**, 1065. [Aksenov A.V., Aksenova I.V., Smushkevich Y.I. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2001**, *37*, 976.]
833. Аксенов А.В. *ХГС*. **2001**, 556. [Aksenov A.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2001**, *37*, 509.]
834. Аксенов А.В., Гончаров В.И. Избранные методы синтеза и модификации гетероциклов. Ред. В.Г.Карцев. М.: МБФНП (ICSPF), **2007**, 6.
835. Аксенов А.В., Надеин О.Н., Боровлев И.В., Смушкевич Ю.И. *ХГС*. **1998**, 232. [Aksenov A.V., Nadein O.N., Borovlev I.V., Smushkevich Yu.I. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1998**, *34*, 207.]
836. Аксенов А.В., Надеин О.Н., Боровлев И.В., Смушкевич Ю.И. *ХГС*. **1998**, 350. [Aksenov A.V., Nadein O.N., Borovlev I.V., Smushkevich Yu.I. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1998**, *34*, 316.]
837. Аксенов А.В., Надеин О.Н., Боровлев И.В., Смушкевич Ю.И. *ХГС*. **1998**, 1218. [Aksenov A.V., Nadein O.N., Borovlev I.V., Smushkevich Yu.I. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1998**, *34*, 1045.]
838. Аксенов А.В., Надеин О.Н. *ХГС*. **2000**, 1527. [Aksenov A.V., Nadein O.N. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2000**, *36*, 1314.]
839. Аксенов А.В., Сарапий А.В. *ХГС*. **1999**, 1257. [Aksenov A.V., Sarapii A.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1999**, *35*, 1112.]
840. Аксенов А.В., Сарапий А.В., Смушкевич Ю.И. *ХГС*. **2000**, 1088. [Aksenov A.V., Sarapii A.V., Smushkevich Yu.I. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2000**, *36*, 952.]
841. Демидова Н.В., Аксенов А.В. *ХГС*. **2002**, 1047. [Demidova N.V., Aksenov A.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2002**, *38*, 908.]
842. Аксенов А.В., Демидова Н.В. *ХГС*. **2002**, 1051. [Aksenov A.V., Demidova N.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2002**, *38*, 913.]
843. Демидова Н.В., Караиванов Н.Ц., Гончаров В.И., Аксенов А.В. *ХГС*. **2005**, 1372. [Demidova N.V., Karaivanov N.Ts., Goncharov V.I., Aksenov A.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2005**, *41*, 1167.]
844. Боровлев И.В., Аксенов А.В., Пожарский А.Ф. *ХГС*. **1997**, 1579. [Borovlev I.V., Aksenov A.V., Pozharsky A.F. *Chem. Heterocyclic Compd.* **1997**, *33*, 1367.]
845. Боровлев И.В., Демидов О.П. *ХГС*. **2003**, 1612. [Borovlev I.V., Demidov O.P. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2003**, *39*, 1417.]
846. Боровлев И.В., Демидов О.П. *ХГС*. **2008**, 1613. [Borovlev I.V., Demidov O.P. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2008**, *44*, 1311.]
847. Аксенов А.В., Аксенова И.В. *ХГС*. **2009**, 167. [Aksenov A.V., Aksenova I.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2009**, *45*, 130.]
848. Aksenov A.V., Aksenov N.A., Lyakhovnenko A.S., Aksenova I.V. *Synthesis*. **2009**, 3439.
849. Аксенов А.В., Ляховненко А.С., Караиванов Н.Ц. *ХГС*. **2009**, 1091. [Aksenov A.V., Lyakhovnenko A.S., Karaivanov N.C. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2009**, *45*, 871.]
850. Аксенов А.В., Ляховненко А.С., Караиванов Н.Ц., Левина И.И. *ХГС*. **2010**, 591. [Aksenov A.V., Lyakhovnenko A.S., Karaivanov N.C., Levina I.I. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2010**, *46*, 468.]
851. Ляховненко А.С., Аксенов А.В., Кугутов М.М. *ХГС*. **2010**, 1559. [Lyakhovnenko A.S., Aksenov A.V., Kugutov M.M. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2010**, *46*, 1262.]
852. Ляховненко А.С., Аксенов А.В., Кугутов М.М. *ХГС*. **2010**, 1410. [Lyakhovnenko A.S., Aksenov A.V., Kugutov M.M. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2010**, *46*, 1138.]
853. Aksenov A.V., Aksenov N.A., Nadein O.N., Aksenova I.V. *Synlett*. **2010**, 2628.
854. Аксенов А.В., Аксенов Н.А., Надеин О.Н., Аксенова И.В. *ХГС*. **2010**, 1730. [Aksenov A.V., Aksenov N.A., Nadein O.N., Aksenova I.V. *Chem. Heterocyclic Compd.* **2010**, *46*, 1405.]
855. Aksenov A.V., Aksenov N.A., Nadein O.N., Aksenova I.V. *Synth. Commun.* **2012**, *42*, 541.
856. Aksenov A.V., Aksenov N.A., Orazova N.A., Aksenov D.A., Dmitriev M.V., Rubin M. *RSC Adv.* **2015**, *5*, 84849.
857. Aksenov A.V., Smirnov A.N., Aksenov N.A., Aksenova I.V., Frolova L.V., Kornienko A., Magedov I.V., Rubin M. *Chem. Commun.* **2013**, *49*, 9305.
858. Aksenov A.V., Smirnov A.N., Aksenov N.A., Aksenova I.V., Matheny J.P., Rubin M. *RSC Adv.* **2015**, *5*, 8647.