

**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ  
В УНИВЕРСИТЕТАХ РОССИИ**

**© И.П.Белецкая,<sup>1</sup> Н.В.Лукашев,<sup>1</sup> С.З.Вацадзе,<sup>1</sup> В.Г.Ненайденко<sup>1@</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, e-mail: nenajdenko@gmail.com

**В.В.Негребецкий,<sup>2@</sup> Ю.И.Бауков,<sup>2</sup> И.Ю.Белавин,<sup>2</sup> А.А.Буцеева<sup>2</sup>**

<sup>2</sup>Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И.Пирогова,  
e-mail: nmr\_rsmu@yahoo.com; negrebetsky1@rsmu.ru

**В.Л.Белобородов,<sup>3</sup> И.А.Селиванова,<sup>3</sup> И.Р.Ильясов<sup>3@</sup>**

<sup>3</sup>Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М.Сеченова  
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет),  
e-mail: igor@ilyasov.net

**Е.Ю.Невская,<sup>4</sup> Е.А.Сорокина<sup>4@</sup>**

<sup>4</sup>Российский университет дружбы народов, e-mail: sorokina\_ea@rudn.university

**С.А.Сырбу,<sup>5@</sup> Н.В.Усольцева<sup>6</sup>**

<sup>5</sup>Ивановский государственный университет, e-mail: syrbuie@yandex.ru

<sup>6</sup>Научно-исследовательский институт наноматериалов ИвГУ

**А.А.Данилин,<sup>7</sup> О.Н.Нечаева,<sup>7@</sup> П.П.Пурьгин,<sup>7</sup> Г.И.Дерябина<sup>7</sup>**

<sup>7</sup>Самарский национальный исследовательский университет им. Акад. С.П.Королева,  
e-mail: on\_nechaeva@mail.ru

**А.В.Аксенов,<sup>8@</sup> И.В.Аксенова,<sup>8</sup> С.Н.Овчаров<sup>8</sup>**

<sup>8</sup>Северо-Кавказский федеральный университет, e-mail: alexaks05@rambler.ru

**Е.Л.Гаврилова,<sup>9@</sup> В.Г.Урядов,<sup>9</sup> В.М.Захаров,<sup>9</sup> О.Г.Синяшин<sup>9</sup>**

<sup>9</sup>Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
e-mail: gavrilova\_elena\_@mail.ru

**И.Н.Клочкова,<sup>10@</sup> Я.Г.Крылатова<sup>10</sup>**

<sup>10</sup>Институт химии СГУ им. Н.Г.Чернышевского, e-mail: v-klochkov1@yandex.ru

**Ю.В.Скорняков<sup>11@</sup>**

<sup>11</sup>Глобалхимфарм, e-mail: skorn506@mail.ru

**К.Л.Овчинников,<sup>12@</sup> А.В.Колобов<sup>12</sup>**

<sup>12</sup>Ярославский государственный технический университет, e-mail: ovchinnikovkl@ystu.ru

**Т.П.Кустова<sup>13@</sup>**

<sup>13</sup>Ивановский государственный университет, e-mail: kustova\_t@mail.ru

Поступила 16 июня 2017 г.

## Содержание

1. Введение.
2. Преподавание органической химии на химическом факультете Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова.
3. Преподавание органической химии в Российском национальном медицинском университете им. Н.И.Пирогова.
4. Органическая химия в системе фармацевтического образования Сеченовского университета.
5. Преподавание органической химии в Российском университете дружбы народов.
6. Подготовка специалистов в области жидкокристаллических материалов в Ивановском государственном университете.
7. Преподавание органической химии в Самарском национальном исследовательском университете им. Академика С.П.Королева.
8. Преподавание органической химии в Северо-Кавказском федеральном университете. Достижения и проблемы.
9. Студенческие олимпиады по органической химии как формы контроля качества подготовки студентов Казанского национального исследовательского технологического университета.
10. Опыт внедрения инновационных подходов в организацию учебного процесса с целью повышения его эффективности и качества подготовки выпускников Саратовского государственного университета.
11. Преподавание основ органической химии для студентов физического факультета Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова.
12. Преподавание органической химии в Ярославском государственном техническом университете.
13. Преподавание органической химии в Ивановском государственном университете.
14. Заключение.

*Все мы связываем с химической наукой прогресс в познании окружающего мира, новые методы его перестройки и усовершенствования. И не может быть в наши дни специалиста, который мог бы обойтись без знания химии.*

*Н.Н.Семенов*

## 1. Введение

Этот обзор – работа коллектива авторов, представителей многих городов России – один из результатов Совещания заведующих кафедрами органической химии и родственных специальностей. Данное мероприятие было организовано кафедрой органической химии Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова и проходило с 30 марта по 2 апреля 2017 г. В работе Совещания приняло участие 60 представителей 50 высших учебных заведений Российской Федерации – классических, технических, медицинских и педагогических университетов. География участников включала 29 городов РФ: Москва, Санкт-Петербург, Казань, Астрахань, Архангельск, Владикавказ, Воронеж, Екатеринбург, Иваново, Красноярск, Курск, Махачкала, Нижний Новгород, Новосибирск, Омск, Ростов-на-Дону, Самара, Саранск, Саратов, Симферополь, Ставрополь, Тверь, Томск, Тула, Уфа, Чебоксары, Элиста, Якутск, Ярославль, а также Баку (Азербайджан).

На этом Совещании было принято совместное решение написать обзоры по истории наших кафедр [1], поделиться научными достижениями за последнее десятилетие. Третьим важнейшим вопросом, которому был посвящен отдельный день работы Совещания, был вопрос преподавания органической химии в университетах России. На Совещании в ходе двух круглых столов были обсуждены современные животрепещущие проблемы образовательных программ высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура, аспирантура) в свете реализации ФГОСов и привлечения обучающихся к научной работе. Основными проблемами, отмеченными всеми участниками, были: реформы системы образования (в т.ч. компетенции бакалавров и магистров); аккредитация вузов; государственные образовательные стандарты; расчет педнагрузки, необходимость ее уменьшения; сокращение штатов; совмещение преподавания с научной активностью; низкие зарплаты преподавателей; недостаточность обеспечения оборудованием и финансированием; место органической химии в системе преподавания химии; синхронизация курсов, создание и утверждение новых курсов; заочное/дистанционное образование; производственная практика; проблемы аспирантуры – программы, ГИА и проч.; курсы повышения квалификации преподавателей; формы сотрудничества между кафедрами: обмен лекторами, информацией, горизонтальная поддержка.

В Решении Совещания записано: «Участникам Совещания распространить накопленный вузами России опыт по использованию инновационных технологий в преподавании органической химии, разработки рабочих учебных планов и программ дисциплин, использования ИКТ, работе со школьниками и др., способствующих реализации идеи непрерывного химического образования и пропаганде химических знаний. Рекомендовать использовать Всероссийское Совещание заведующих кафедрами органической химии и родственных специальностей в качестве профессиональной экспертной площадки для выработки рекомендаций по усовершенствованию учебной и учебно-методической литературы по органической химии для УМО».

К сожалению, нам не удалось по разным, не зависящим от нас причинам охватить все университеты России, и мы приносим за это извинение. Тем не менее в данном обзоре собраны материалы разных университетов и достаточно широко представлены различные образовательные моменты преподавания органической химии. Хочу поблагодарить всех, кто отозвался и принял участие в подготовке этого материала.

*Заведующий кафедрой органической химии МГУ им. М.В.Ломоносова,  
профессор В.Ненайденко*

## **2. Преподавание органической химии на химическом факультете Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова**

Кафедра органической химии является одной из самых крупных кафедр этого профиля в стране: 15 профессоров, 14 доцентов и 1 старший преподаватель. Педагогическая нагрузка кафедры весьма велика: 10 подразделений МГУ, включая филиал в Баку.

Базовые принципы современного преподавания органической химии и связанных с ней специальных курсов были заложены в МГУ после переезда химического факультета в новый корпус на Ленинских Горах. Это было связано не только с качественным скачком в развитии химии и изменением подходов к методике образования, но и с появлением новых площадей для химических лабораторий и химического практикума, увеличением преподавательского корпуса. Важную роль в популяризации химического образования в 60-е годы сыграла установка Правительства СССР на развитие химической промышленности. Развитие т.н. «большой химии» позволяло добиться успеха сразу в нескольких направлениях: в промышленности, сельском хозяйстве, быту и в обеспечении населения одеждой и обувью, в оборонной промышленности и т.д. Была принята рассчитанная на ряд лет программа химизации страны.

Упор на химию базировался и на опыте развитых капиталистических стран. Так, например, именно химическая промышленность способствовала быстрому возрождению Германии после Первой и Второй мировых войн. Востребованность химического образования способствовала притоку на химический факультет талантливой молодежи, воспитанием которой занимались советские учёные с мировыми именами.

Один из авторов этих строк опоздал всего на один год, чтобы прослушать лекции по общему курсу выдающегося ученого и лектора, академика А.Н.Несмеянова, бывшего в те годы заведующим нашей кафедрой, а до этого ректором МГУ (1948–51 г.) и Президентом Академии наук (1951–61 г.). Рассказывают, что на лекции А.Н.Несмеянова по органической химии «собиралась вся Москва». Известные учёные приходили заранее и занимали места внизу Большой химической аудитории. После А.Н.Несмеянова курс лекций по органической химии читали профессора Ю.С.Шабаров, В.С.Петросян, А.Л.Курц, Н.В.Лукашёв. После создания на химическом факультете специализированных групп (с углубленным изучением физической химии, химии высокомолекулярных соединений, химии природных соединений) для них были созданы специальные программы, лекции по которым читали профессора И.Г.Болесов, Н.А.Несмеянов, Ю.А.Устынюк, В.Г.Ненайденко, В.П.Дядченко, И.В.Трушков, С.З.Вацадзе, А.Г.Мажуга и др.

Преподавание на общем потоке до конца 60-х годов велось «по классам органических соединений»: углеводороды, функционально-замещенные органические соединения, гетероциклы. Основные учебники в то время – «Основные начала органической химии» в двух томах А.Е.Чичибабина и «Органическая химия» в двух томах К.Д. Неницеску. В конце 60-х годов вышел в свет учебник А.Н. и Н.А.Несмеяновых «Начала органической химии» в двух томах, также построенный по «классам органических соединений». В это же время с появлением учебников Дж.Робертс и М.Кассерио «Основы органической химии» и «Органикум» в формирование программы был внедрён т.н. «механистический подход» – построение курса органической химии по типам и механизмам реакций.

В настоящее время каждый студент-химик III курса знает, что хотя разбивка программы по органической химии на студенческом слэнге звучит как «алканы, алкены, ароматические соединения, галогенпроизводные, спирты и т.д.», на самом деле, условная тема «Алканы» – это, прежде всего, понятие о механизме и месте радикальных реакций, а также первая возможность введения важнейших понятий и принципов, таких как понимание различий между конформерами и изомерами, связи физических свойств изомеров (алканов) с геометрией молекулы. Именно в первом разделе курса, условно называемом «Алканы», студенты закрепляют знания о том, что химические реакции предпочтительно протекают через образование наиболее стабильных интермедиатов, что необходим учёт статистического фактора – количества однотипных связей (хлорирование изобутана), что пространственный фактор (стерические затруднения) может критически влиять на скорость и направление протекания химической реакции, скорость реакции зависит не от теплового эффекта реакции, а от величины энергии активации и т.п. Кроме того, именно здесь происходит обсуждение важнейших много-тоннажных химических процессов (добыча и переработка нефти и газа, крекинг, а также понятие о важнейших процессах «C1-химии»).

Четыре семинара по начальному разделу курса объединены в так называемый «Вводный концентр» и посвящены основам номенклатуры, стереохимии, электронным эффектам заместителей и основным классам органических соединений, а также введению в спектральные методы исследования органических соединений.

Раздел программы, который называется «химия алкенов» – это, прежде всего, реакции электрофильного присоединения к кратным связям, первое знакомство с синхронными (и асинхронными) реакциями циклоприсоединения (присоединение синглетных и триплетных карбенов к алкенам), а также разнообразные реакции окисления.

Механизмы реакций электрофильного и нуклеофильного замещения в ароматическом ряду составляют центральный материал разделов, которые «по старинке» называются «Химия ароматических соединений» или просто «Ароматика».

Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду и элиминирование, методы создания хороших уходящих групп соответствуют разделу, который раньше назывался «Алифатические галогенпроизводные и спирты».

Сравнение формальных названий тем курса органической химии можно продолжить и дальше (не «альдегиды и кетоны», а C–H-кислотность и конденсации карбонильных соединений, а также реакции присоединения по карбонильной группе, не «карбоновые кислоты», а реакции нуклеофильного замещения при  $sp^2$ -атоме углерода и т.д.). Пожалуй, только в разделах, посвященных химии азотсодержащих соединений, фенолов и гетероциклов, а также в разделе «Природные соединения» (куда входят углеводы, белки и терпены) сохранился т.н. «классовый подход» изучения органической химии.

В программе любого вуза есть дисциплины, которые можно выучить перед экзаменом за несколько дней. Банальная истина: выучить органическую химию перед экзаменом невозможно. Какие бы выдающиеся учёные и лекторы ни читали общий курс органической химии, какие бы замечательные учебники не были написаны, усвоение этого предмета невозможно без помощи преподавателей в группах, которые шлифуют знания студентов во время подготовки к коллоквиумам и контрольным работам. В среднем в каждом семестре студенты сдают 4–5 больших коллоквиума, пишут несколько небольших контрольных работ и две большие общекурсовые контрольные работы. Роль преподавателя в группе нам представляется исключительно важной. Именно преподаватель, а не лектор в большой аудитории, может работать непосредственно со студентом, научить понимать и чувствовать предмет, или наоборот, навсегда отбить охоту к изучению предмета (к сожалению, и такое бывает).

В последнее время рейтинговая система оценки знаний студентов набирает всё большую популярность. На химическом факультете оценка студента на экзамене по органической химии на 50% (что соответствует 100 баллам) складывается из качества его устного ответа, а на 50% – из оценок за курсовые контрольные работы ( $2 \times 20 = 40$  баллов), оценки за коллоквиумы и практикум (50 баллов), оценки за десять лекционных «пятиминутных» контрольных работ (еще 10 баллов). Для получения отличной оценки (обычно это 25–35% студентов) необходимо набрать не менее 175 баллов, для хорошей оценки (25–35% студентов) – 140–174 баллов, для оценки «удовлетворительно» (15–20% студентов) – 100–139 баллов. Количество неудовлетворительных оценок при первой сдаче экзамена составляет около 10%.

Кафедра органической химии может гордиться постановкой задач в студенческом практикуме, основы которого были заложены профессором Ю.К.Юрьевым, опубликовавшим в середине 60-х годов пять отдельных томов – сборников практических задач, в которых было описано значительное количество синтезов по самым разнообразным темам. Впоследствии сборники практических задач для наших студентов были дополнены и

опубликованы А.Е.Агрономовым и Ю.С.Шабаровым (1974 г.), а в начале этого века – коллективом авторов нашей кафедры [2]. Уровень и количество практических задач в нашем практикуме (11–12 синтезов за год с выделением 3–15 г вещества, плюс не менее трех стадий в курсовой работе) позволяет выпускнику МГУ осуществлять базовую синтетическую работу после окончания университета. За эти навыки выпускников МГУ высоко ценят как в России, так и за рубежом. Вместе с тем, за последние годы оборудование практикума значительно устарело, а запасы реактивов сильно иссякли. Многие обычные реактивы попали в группу прекурсоров (ацетон, уксусный ангидрид, эфир, серная и соляная кислоты и т.д.), что затрудняет их закупку и, следовательно, выполнение многих синтетических задач.

Хорошее химическое образование – дорогое образование. Посуда, реактивы, оборудование, современные приборы для физико-химического анализа стоят недешево. Однако из-за недостаточного финансирования оснащение наших студенческих практикумов пока ещё сильно отстаёт не только от мирового уровня, но даже от филиала химического факультета МГУ в г. Баку. Тем не менее за последние годы наши преподаватели поставили новые задачи и выпустили новые практикумы по органической химии [2].

Каждый семестр через практикум проходит более двухсот студентов химического факультета и более трехсот студентов смежных факультетов (биологического, биоинженерии и биоинформатики, фундаментальной медицины, наук о материалах, фундаментальной физико-химической инженерии, биотехнологического). Также в практикуме занимаются учащиеся спецшкол, интернатов и химических кружков. Сложность проводимых синтезов, опасности, которые могут подстергать неопытного студента в химическом практикуме, требуют постоянного контроля преподавателей. Поэтому в практикуме стандартная студенческая группа химиков (20–24 человека) делится между двумя преподавателями. Периодически в помощь преподавателям в химических группах привлекаются студенты старших курсов и аспиранты, которые таким образом получают опыт педагогической работы.

Почти десять лет назад (в 2008 г.) в г. Баку был открыт филиал МГУ. С тех пор преподаватели нашей кафедры осуществляют подготовку бакалавров и магистров. Преподавание осуществляется «вахтовым методом». Для этого два раза в семестр (примерно по 4–5 недель в каждый заезд) в Баку выезжают два преподавателя и лектор по общему курсу органической химии для бакалавров. На более короткие сроки выезжают преподаватели, ведущие занятия на четвертом, пятом и шестом курсе. Выполнение дипломной работы бакалавра и магистра учащимися бакинского филиала происходит на базе химического факультета МГУ.

В настоящее время в связи с переходом на шестилетнее обучение произошло значительное изменение учебных программ, создание программ для специалитета, бакалавриата и магистратуры. А в связи с революционными изменениями в области органического синтеза, произошедшими на рубеже веков и связанными, в первую очередь, с широким внедрением в синтетическую химию процессов, катализируемых комплексами переходных металлов, асимметрического синтеза и стратегий нанохимии, появились новые курсы и новые учебные пособия. Однако базовый курс органической химии, предназначенный для всех студентов химического факультета, не меняется (и не должен меняться) такими же быстрыми темпами, как это произошло в курсах некоторых общественных наук в начале 90-х годов.

Задачами курса органической химии для всех студентов химического факультета является получение знаний, необходимых для грамотной оценки соотношения «структура–свойство», а также для осуществления самостоятельных манипуляций (превращений) «структура – новая структура» как на бумаге, так и в колбе. Для этого необходимо уметь классифицировать структуры и реакции, знать важнейшие механизмы реакций, иметь базовые представления о стереохимии, уметь спланировать химический синтез и осуществить его. Важным элементом общего курса органической химии является получение базовых знаний о физических методах исследования органических соединений (ЯМР, ИК и УФ спектроскопия).

Базовый (общий) курс органической химии для всех студентов-химиков состоит из 144 часов лекций (2 лекции в неделю), 8–10 часов химического практикума в неделю. Количество обязательных семинаров до 2 часов в неделю. На сайте химического факультета МГУ в разделе «Учебные материалы» кафедры органической химии опубликована краткая (рамочная) программа курса «Органическая химия», подробная программа лекций общего потока (авторы Н.В.Лукашев и А.В.Чепраков, общий объем более 100 стр.) [3, 4], а также все лекции в формате ppt для спецгрупп (автор профессор В.Г.Ненайденко) [5]. Эти иллюстрационные материалы являются самым востребованным интернет-ресурсом по органической химии на русском языке и ежегодно скачиваются более 10000 раз.

Несмотря на широкие возможности для презентации учебных материалов, открывшиеся за последние годы, часть лекторов остается сторонниками использования доски и мела, благо, что более чем четырехметровый

размер доски в Южной химической аудитории позволяет это сделать. Сочетание медленного изложения материала, запись и разбор схем и уравнений на доске способствует лучшему усвоению материала. При этом на слайдах в формате ppt можно представить подробный план лекции, сложные формулы природных соединений (не предназначенные для запоминания или копирования), фотографии и рисунки.

В настоящее время углубленное изучение органической химии для студентов, распределившихся на кафедру, начинается на IV курсе и продолжается вплоть до весеннего семестра VI курса. На химическом факультете МГУ выбрана система подготовки специалистов (т.н. специалитет), что фактически исключает деление на бакалавриат и магистратуру. Это позволяет начать распределение студентов по кафедрам на IV курсе и продолжить специализацию на V и VI курсах. Вместе с тем на химическом факультете МГУ сохраняется возможность разделения программ бакалавриата и магистратуры и приёма студентов из других вузов для обучения только в магистратуре.

Важнейшим этапом подготовки студента – будущего специалиста в области органической (и любой другой) химии на химфаке МГУ является научно-исследовательская работа (НИР) в лаборатории, которая завершается подготовкой и защитой дипломной работы. Часы на НИР предусмотрены в каждом семестре, начиная с IV курса. Звучит банально, но именно во время проведения экспериментальной работы под руководством опытных ученых происходит закрепление ранее полученных знаний и формирование квалифицированного специалиста.

До конца 70-х годов кроме базового курса органической химии для всех студентов факультета существовал обязательный курс «Методы органической химии», который читали профессор Ю.К.Юрьев, профессор Ю.А.Устынюк, а впоследствии профессор В.А.Сазонова. В дальнейшем в связи с сокращением аудиторной нагрузки этот курс перешел в раздел специальных курсов только для тех студентов, кто выбрал органическую химию своей будущей специальностью.

Химическое образование студентов на кафедре органической химии в 70–80-е годы дополняли спецкурсы. Важнейшими из них были «Теоретические основы органической химии» (академик О.А.Реутов, профессор К.П.Бутин), «Физико-химические методы в органической химии» (профессор Л.А.Казицына, позже профессор В.С.Петросян), «Химия элементоорганических соединений» (профессор И.Ф.Луценко, профессор Э.Г.Перевалова), «Стереохимия» (профессор В.М.Потапов, доцент В.М.Демьянович), «Химия гетероциклических соединений» (профессор А.Н.Кост, профессор М.А.Юровская). В 90-е годы добавились курсы по методам органического синтеза (д.х.н. А.С.Козьмин, профессор Ю.И.Смушкевич).

В последние несколько лет происходит кардинальная перестройка объема и качества химического образования, связанная с появлением т.н. «специализаций». Химический факультет находится в числе лидеров в МГУ по количеству специальных планов подготовки студентов. По состоянию на конец 2016–17 учебного года на химическом факультете МГУ действуют программы 19 специализаций. «Органическая химия» – лишь одна из них. Мы кратко приводим здесь учебный план специализации «Органическая химия» по состоянию на июнь 2017 г. И хотя это уже третий учебный план за последние три года, очевидно, именно он (или слегка отличающийся) будет действовать и в ближайшие несколько лет.

Специализация начинается в осеннем (седьмом) семестре четвертого курса с предметов «Введение в специальность. Физико-химические методы исследования органических соединений» (профессор В.С.Петросян) и курса «Синтетические методы органической химии и стереоселективный синтез» (профессор В.П.Дядченко), а также «Стратегия органического синтеза» – восьмой семестр, профессор В.П.Дядченко. В девятом семестре студенты слушают два курса: «Теоретические основы органической химии. Современные подходы к изучению механизмов реакций» (профессор Т.В.Магдесиева) и «Химия элементоорганических соединений» (профессор Д.А.Леменовский). Уже в этом семестре у студентов появляется возможность выбора курса лекций и лектора.

Курс лекций членкора РАН профессора В.П.Ананикова «Катализ в органическом синтезе» запланирован на 10 семестр, так же как и курс «Реакционная способность органических соединений: орбитальный подход» (профессор Т.В.Магдесиева). В 11 семестре запланирован курс по химии гетероциклических соединений (профессор М.А.Юровская) или углубленный курс спектроскопии ЯМР (д.х.н. В.А.Чертков, д.х.н. Н.М.Сергеев). В 10 и 11 семестрах в программе появляются курсы по современным проблемам химии (курсы по выбору), среди которых «Органические наноматериалы и проводники (членкор РАН профессор С.П.Громов, профессор Е.К.Белоглазкина, профессор А.Г.Мажуга), «Координационные соединения переходных металлов в органической химии – теория и практика» (доцент А.В.Чепраков), «Химия и токсикология окружающей среды» (профессор В.С.Петросян), «Использование современных физико-химических методов для решения задач элементоорганической, биоорганической химии» (профессор А.Т.Лебедев), «Химия тетраген-пниктоген- и халь-

когеноорганических соединений» (профессор Н.В.Зык, профессор С.С.Карлов, в.н.с. А.А.Прищенко). Вместе с тем, в 8–12 семестрах в программе предусмотрено время на НИР студентов, в 9 и 10 семестре – на спец-практикум по органической химии, а в 12 семестре – на спецсеминары с участием приглашенных ученых.

Подготовка специалиста завершается не только выполнением дипломной работы, но и сдачей (с 2017 г., впервые за последние 50 лет) государственного экзамена по специальности. Как и в других университетах, прием Государственного экзамена по химии должна осуществлять Государственная экзаменационная комиссия, состоящая на 50 или более процентов из приглашенных ученых из других организаций. В 2017 г. огромную помощь в формировании приглашённых членов ГЭКа мы получили от Института органической химии им. Н.Д.Зелинского, Института элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова и Северо-Кавказского федерального университета.

Традиционно все кафедры химического факультета уделяют большее внимание именно дипломной работе, итогом которой хотелось бы видеть публикацию материалов в научном журнале, желательно, с высоким импакт-фактором. Более высокой оценке дипломной работы способствует наличие публикаций, а также участие в студенческой научной конференции МГУ «Ломоносов». Самостоятельное научное исследование – дипломная работа являлась и является вершиной подготовки молодого специалиста на химическом факультете.

Обучение аспирантов на кафедре проходит по двум специальностям: Органическая химия (4 года) и Химия элементоорганических соединений (3 года). С весны 2012 г. на кафедре органической химии произошло коренное изменение направленности преподавания аспирантам (ответственным за аспирантуру был назначен в.н.с., д.х.н. С.З.Вацадзе). Начиная эту работу, мы исходили из следующего. К моменту начала обучения предполагается, что аспиранту уже не требуется вновь рассказывать о классах органических соединений, их базовых свойствах, основных механизмах органических реакций. При этом существует ряд устойчивых «пробелов» и/или забытых знаний. Например, углубленного, а зачастую нового изучения требуют именные реакции и перегруппировки, фотохимия и фотофизика, супрамолекулярная химия и свойства растворителей, современный металлокомплексный и органокатализ. Именно эти темы наряду с несколькими другими современными направлениями изучаются аспирантами под руководством профессоров кафедры. Также важно отметить постоянное использование современных средств обучения и компьютерных/интернет-технологий, в первую очередь, возможности системы дистанционного обучения. Дополнительным толчком к пересмотру всей программы преподавания стал переход аспирантов на четырехлетнее образование и применение нового Закона об образовании.

Аспирантам кафедры последовательно читаются спецкурсы «Физико-химические методы анализа в органической химии» (профессор А.Т.Лебедев, I год), «Современная органическая химия» (профессор С.З.Вацадзе, II и III год, курс включает подготовку к сдаче кандминимума), «Изучение реакций на молекулярном и наноразмерном уровнях современными физико-химическими методами» (членкор РАН В.П.Анаников, II год), «Катализ в органической химии» (академик РАН И.П.Белецкая, III год), «Основы супрамолекулярной химии» (членкор РАН С.П.Громов, II год), «Основы органической электроники» (членкор РАН С.А.Пономаренко, II год), «Органическая и элементоорганическая химия окружающей среды» (профессор В.С.Петросян, II год). До недавнего времени существовал отдельный курс «Стереохимия соединений и реакций» (в.н.с., д.х.н. Г.В.Гришина, II год).

Для допуска к сдаче кандминимума каждый аспирант должен посещать и активно участвовать в нескольких специальных мероприятиях. Цель этого – прежде всего, помочь молодому исследователю расширить кругозор, научиться критически осмысливать литературу и наилучшим способом подготовиться к докладу на защите собственной диссертации. Кроме того, некоторые из тем заслушанных докладов на семинарах и школах входят отдельными дополнительными вопросами в билеты при сдаче кандминимума.

В течение всего срока обучения аспирант должен два раза выступить на двух специальных «Литературных аспирантских семинарах»: один раз с докладом по теме собственного исследования и один раз по теме, выданной руководством кафедры. Для этого формируется библиотека современных обзоров по различным разделам органической химии. В течение всего учебного года на кафедре организуются регулярные (2 раза в месяц) «Научные семинары кафедры органической химии», куда с докладами приглашаются ведущие ученые России и других стран.

Еще один важный этап подготовки аспирантов – это участие в «Марковниковских чтениях». Это мероприятие проводится кафедрой регулярно и является для аспирантов зимней школой по органической химии, в которой выступают с пленарными докладами ведущие российские и зарубежные профессора. Проводится конкурс молодежных докладов, с которыми выступают как аспиранты кафедры, так и молодые ученые со всей России. Организованная в первый раз в январе 2015 г. Зимняя школа по органической химии ([www.wsoc-msu.ru](http://www.wsoc-msu.ru), с 2017 г. – Марковниковские чтения) сразу завоевала сердца молодых ученых и аспирантов.

На Марковниковских чтениях наиболее выдающимся химикам-органикам вручается медаль памяти В.В.Марковникова. Первыми обладателями этой престижной награды в 2017 г. стали академики РАН И.П.Белецкая, О.Н.Чупахин, Б.А.Трофимов.

Таким образом, можно сказать, что кафедра органической химии химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова является передовым коллективом, старающимся держать самый высокий уровень преподавания нашей замечательной дисциплины.

### 3. Преподавание органической химии в Российском национальном медицинском университете им. Н.И.Пирогова

В медицинских вузах химия является фундаментальной общетеоретической дисциплиной. Прочные химические знания в значительной степени определяют теоретическую базу врача высокой квалификации или медика, работающего в области медицинской науки. Химия закладывает физико-химическую основу изучения функционирования биологических систем различного уровня организации, определяет возможность подхода к рассмотрению на молекулярном уровне процессов, происходящих в организме в норме и при различных патологиях.

В действующем учебном плане химия предшествует таким теоретическим медико-биологическим дисциплинам, как биохимия, нормальная и патологическая физиология, фармакология, и находится с ними в тесной родственной связи. Основным требованием к преподаванию химических дисциплин будущим врачам в настоящее время является сочетание высокого уровня фундаментализации и профилизации преподавания.

**Химия в медицинском вузе – фундаментальная общетеоретическая естественнонаучная дисциплина.**



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. Происходившие изменения позволяют четко проследить историческое развитие основных тенденций в химическом образовании в медицинских вузах России.

К сожалению, одна из таких тенденций – уменьшение реального времени, отводимого на изучение химии, – неуклонно сохраняется. Так, в дореволюционной России при подготовке земских врачей основные химические дисциплины, в частности органическая химия, которая как учебная дисциплина входила в систему высшего медицинского образования с начала XX столетия, изучались в университетском объеме. В дальнейшем преподавание органической, неорганической, физической и коллоидной химии в медицинских вузах неизменно сокращалось: с 364 ч в 1940 г. до 255 ч в 1960 г.

В настоящее время аудиторные часы на лечебном и педиатрическом факультетах в РНИМУ (курс «Химия» в I семестре и вариатив «Химия биомолекул и наносистем» – во втором) составляют в сумме 36 (лекции) и 108 (практические занятия) часов соответственно. Экзамен по этим химическим дисциплинам отсутствует.

Большой вклад в развитие учебного процесса на химических кафедрах РНИМУ в послевоенное время был внесен их сотрудниками под руководством профессоров С.И.Папко (1957–1971 г.) и А.С.Ленского (1971–1988 г.). С.И.Папко принимал активное участие в разработке программ по химическим дисциплинам для студентов медвузов, а также был председателем медицинской секции Объединенного научно-методического совета по преподаванию химии в нехимических институтах МВ и ССО СССР и РСФСР.

В 1953 г. практикум по качественному анализу, а в 1958 г. и практикум по количественному анализу (впервые в СССР), которые в то время занимали существенное место в программе медицинских вузов, были переведены на полумикрометод, что позволило существенно сократить расход реактивов и время, затрачиваемое студентами на выполнение практикума. В 1965 г. в аудитории № 1 главного корпуса на М. Пироговской улице



начала действовать светящаяся Периодическая система элементов Д.И.Менделеева (2.5×2.5 м), каждая ее клетка была оборудована электрической лампочкой, которая могла загораться по ходу лекции. Уже тогда в связи с недостаточным финансированием экспериментальное выполнение ряда практических работ было снято и заменено выдачей студентам готового экспериментального материала, который далее обрабатывался учащимися. Данная тенденция, к сожалению, сохранилась и сейчас.

Современный этап в преподавании химических дисциплин начинается с приходом в 1973 г. на заведывание кафедрой Ю.И.Баукова – выпускника химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова (1973–2011 г.), при котором были объединены две химические кафедры лечебного и педиатрического факультетов, а позже – выпускника МХТИ им. Д.И.Менделеева (ныне РХТУ) В.В.Негребецкого (работает на кафедре с 1992 г.), завершившего объединение химических кафедр РНИМУ путем присоединения кафедры экспериментальной и теоретической химии медико-биологического факультета к кафедре общей и биоорганической химии лечебного факультета, заведующего новой объединенной кафедрой химии с 2011 г. по настоящее время.

При руководстве Ю.И.Баукова в учебную практику кафедры была внедрена модульная (блочная) система,\* рабочие тетради для записи лекций, разработаны базовые принципы самостоятельной аудиторной работы студентов под руководством преподавателя как важной составляющей учебного процесса, сборники методических материалов по отдельным курсам. Также изданы учебники по впервые введенной в учебный процесс в системе высшего медицинского образования в России новой дисциплине – биоорганической химии (совместно с профессорами I ММИ им. И.М.Сеченова Н.А.Тюкавкиной и С.Э.Зурабяном [6, 7], выдержавшие 6 и 9 изданий соответственно).

В.В.Негребецкий продолжил традицию написания современных учебников [8, 9]. Им внесен определяющий вклад в организацию преподавания ряда новых для кафедры химических дисциплин на фармацевтическом факультете, созданном в РНИМУ в 2008 г.: выпущены необходимые методические пособия, подготовлены и размещены на сайте кафедры многочисленные учебно-методические материалы. В целом за последнее пятилетие издано и переиздано более 60 различных учебных пособий, т.е. большая часть методических материалов кафедры последних лет была создана для студентов фармфака.

При руководстве В.В.Негребецкого произошло существенное обновление материально-технической базы кафедры, запущено в лабораторный практикум современное оборудование (ИК спектрометр, ВЭЖХ система и др.); широкое развитие получила практика применения мультимедийного оборудования в учебном процессе, начата разработка и размещение на кафедральном сайте курсов видеозаписей лекций для студентов-медиков [10].

Основой учебного процесса в настоящее время является курс «Химия» для студентов лечебного, педиатрического и стоматологического факультетов, преподаваемый в первом семестре. Во втором семестре преподается новый курс (вариатив) «Химия биомолекул и наносистем» для студентов лечебного и педиатрического факультетов.

Кроме того, кафедра проводит занятия со студентами фармацевтического факультета по дисциплинам: общая и неорганическая, органическая, физическая и коллоидная, аналитическая, фармацевтическая, токсикологическая, основы медицинской химии. Также ведется преподавание на медико-биологическом факультете (органическая, общая и неорганическая, физическая химия). Кафедра является выпускной для студентов фармацевтического факультета по курсу «фармацевтическая химия» по специальности «Фармация».

Для студентов перечисленных факультетов организован учебный лабораторный практикум, укомплектованный всем необходимым – химической посудой, реактивами, современным лабораторным оборудованием. Каждый семестр через практикум проходит около 2000 студентов большинства факультетов РНИМУ.

Кроме того, кафедра ведет преподавание на международном факультете на английском языке по специальностям «лечебное дело»: химия, химия биомолекул и наносистем, а также «биология»: общая и неорганическая, органическая химия; на подготовительном отделении для иностранных учащихся на русском языке по дисциплине «химия», на факультете по обучению иностранных граждан на английском языке по дисциплине «химия». Профессорско-преподавательский коллектив насчитывает более 30 преподавателей; многие из них работают в РНИМУ уже более 25 лет и почти все имеют ученые степени.

За время учебы студенты изучают основы общей и биоорганической химии, а также некоторые разделы физической и коллоидной химии. Они получают значительный багаж теоретических знаний, а также опреде-

\*Модуль (подмодуль) – самостоятельный раздел курса, в котором изучается группа родственных взаимосвязанных понятий.

ленные навыки работы в лаборатории: учатся правильному обращению с химическими веществами, посудой и приборами (рН-метрами, сталагмометрами и т.д.). При этом активно осуществляется медико-биологическая профилизация преподавания химии.

На базе кафедры химии и при активном участии ее преподавателей проходят занятия со школьниками 8–11 классов в рамках Центра технологической поддержки образования (лаборатория АПхимия, в создании которой принимала участие доцент Т.А.Шмиголь). В 2016 г. по инициативе профессора В.В.Негребецкого при поддержке администрации Университета организована университетская школа ХимБио+ для учащихся 10 и 11 классов (<http://rsmu.ru/2054.html>).

Уже достаточно длительное время преподавание химических дисциплин в РНИМУ ведется по *модульной* (блочной) системе, включающей оценку знаний студентов при помощи *индивидуального кумулятивного индекса (рейтинга)*, разработанной на кафедре с учетом мирового и российского опыта. Она была введена практически сразу после появления публикаций об этой системе в химической популярной печати статей профессора МГУ Ю.А.Устынюка [11, 12].

Важным моментом модульной системы является отражение повседневной работы студента над предметом в конечной суммарной оценке – его рейтинге. При высоком рейтинге итоговая оценка (экзамен, зачет) может быть выставлена *автоматически*, что стимулирует студента. Уже в первые годы реализации модульной системы на кафедре было создано соответствующее методическое обеспечение занятий и разработана система контроля усвоения знаний [13, 14].

В качестве важной составляющей учебного процесса кафедра активно использует САРС под руководством преподавателей, которая проводится фактически на всех занятиях. Используются различные формы САРС: работа с блоками информации, самостоятельное решение задач, САРС-контроль с фиксированным временем. Данный вид контроля по существу представляет собой контрольные работы, которые студент выполняет, пользуясь доступными источниками, и таким образом получает навыки работы с литературой. Эта, казалось бы, достаточно простая задача для многих студентов является весьма сложной, о чем свидетельствуют их весьма низкие оценки за данный вид контроля. По нашему мнению, это единственная возможность выполнить программу по химическим дисциплинам в отведенные для этого часы по действующему в РНИМУ учебному плану.

С 2000 г. кафедра начала выпуск этого нового вида пособий для студентов, инициатива и основной вклад в создание которых принадлежит профессору И.Ю.Белавину, который в течение многих лет возглавляет методическую комиссию кафедры. В работе этой комиссии ему активно помогает старший преподаватель В.П.Сергеева. Отметим, кроме того, большую роль в работе комиссии доцента Н.А.Анисимовой, ответственной за ФПК на кафедре. Она активно передает свой опыт молодым преподавателям, проводя с ними консультации по наиболее сложным вопросам учебного процесса.

Рабочие тетради [15–17] содержат иллюстративный материал, используемый на лекциях, причем для записи слов лектора оставлено свободное место. Рабочие тетради доступны как в виде самостоятельного пособия, так и в форме отдельных лекций на сайте кафедры. Они призваны облегчить конспектирование лекций и помочь студентам более полно усвоить теоретический материал. Важный положительный момент использования рабочих тетрадей заключается в унификации содержания лекций. Правда, при этом усложняется и работа самого лектора: при подготовке конкретного материала необходимо соблюсти разумный баланс между написанным в рабочей тетради и тем, что студент должен успеть записать с его слов.

Однако использование рабочих тетрадей имеет и определенные минусы. На лекции студенты заметно «расслабляются», бессмысленно переписывая только дополнительный иллюстративный материал со слайда, отсутствующий в рабочей тетради, перестают приносить учебники на занятия и берут с собой только рабочие тетради и другие *малогабаритные* пособия. В связи с этим на кафедре в последние годы сделан акцент на создание учебно-методических пособий, содержащих теоретический материал одного или нескольких модулей [18, 19].

Наряду с лекционными рабочими тетрадями неизменной популярностью у студентов пользуются сборники методических материалов по отдельным курсам, которые начали издаваться с 2001 г. [20–23]. Они включают краткое содержание каждой темы, основные термины и понятия и задания для самостоятельной внеаудиторной работы, которая по ряду разделов курса полностью заменяет аудиторную работу над этими темами. Также включены домашние задания по каждой теме, примеры заданий для САРС и тестового контроля, примеры билетов текущих контрольных работ, содержание и примеры билетов модульного контроля. Кроме того, они

содержат необходимый справочный материал и часто описание лабораторных работ, к которым студент допускается только после регламентированного оформления рабочих журналов.

Из других подготовленных кафедрой методических материалов приведем учебник «Курс коллоидной химии для медицинских вузов» (профессор В.Н.Сергеев [24]), курс лекций по физической химии поверхностных явлений, дисперсных систем и растворов ВМС (коллоидная химия), размещенный на сайте кафедры (В.Н.Сергеев, Н.А.Анисимова [25]), сборники методических материалов к экзамену, составленные при активном участии доцента Н.А.Калашниковой [26, 27].

Важный вклад в создание методических пособий для иностранных студентов (на английском языке) и слушателей иностранного подготовительного отделения, обучающихся на русском языке, принадлежит доцентам С.Ю.Быликину и Н.А.Калашниковой. Отметим здесь пособия для иностранных студентов «Introduction to Chemistry» и «General and Bioorganic Chemistry» [28, 29], а также «Введение в общую и биоорганическую химию» для слушателей подготовительного отделения факультета по обучению иностранцев [30].

Многолетний опыт преподавания на английском языке и учебно-методические разработки кафедры были использованы при создании в 2013 г. в РНИМУ международного факультета. Его первыми преподавателями стали профессор В.В.Негребецкий, доцент Н.А.Калашникова, а чуть позже старший преподаватель Е.В.Громова.

Большую организационную, преподавательскую и методическую работу кафедра осуществляет для учащихся химико-биологической школы при РНИМУ (ХимБио+) и учащихся медицинских классов лицеев (научный руководитель ХимБио+ В.В.Негребецкий и ответственный за медико-биологические лицеи доцент Н.С.Семенова). Кафедра создала комплект из нескольких пособий по всем необходимым для школьников разделам химии [31–33]. Хорошей основой для обучения школьников решению расчетных задач служит учебное пособие И.Ю.Белавина «Решение задач по химии» [34].

На кафедре действует аспирантура по специальностям органическая химия и биоорганическая химия. За последние годы сотрудниками Научно-образовательного центра, включающего кафедру химии и отдел медицинской химии и токсикологии, защищены 3 докторские (А.Г.Шипов, 1998 г.; В.В.Негребецкий, 2006 г.; А.А.Корлюков, 2012 г.) и 18 кандидатских диссертаций. Многие аспиранты и соискатели остались работать на кафедре, включившись в кафедральный коллектив единомышленников.

Сохранение кафедрой высоко уровня учебно-методических разработок было бы невозможно без эффективного сотрудничества не только с учебными заведениями (МГУ им. М.В.Ломоносова, РХТУ им. Д.И.Менделеева), но и с научными институтами (ИОХ им. Н.Д.Зелинского РАН, ИНЕОС им. А.Н.Несмеянова РАН). Результаты научных исследований сотрудников НОЦ (кафедра и отдел) используются при формировании программ обучения (лекции, семинары). Преподавание медицинской химии студентам фармацевтического факультета было организовано при методической поддержке коллег из Открытого Университета (Великобритания, Милтон Кейнес) и Школы фармации (факультет медицинской химии Университета Лиссабона).

Созданию современной учебной программы по химии, ориентированной на качественную подготовку высококлассных специалистов-медиков, предшествовала командировка профессора В.В.Негребецкого в университеты Германии в 2013 г., где он ознакомился с опытом преподавания химии на медицинских факультетах и прочитал лекции в ведущих университетах.

Учебный процесс для 2000 студентов в настоящее время невозможно представить без современного компьютерного сопровождения. В 2013–2014 г. кафедра химии одной из первых в РНИМУ подключилась к разработке электронно-образовательного контента сначала для студентов-медиков, чуть позже для фармацевтов, а в настоящее время для студентов медико-биологического факультета. У истоков организации этой работы в РНИМУ стоял старший преподаватель кафедры химии С.А.Артакин, которого в 2016 г. сменила его ученица, старший преподаватель кафедры химии К.В.Деревнина. С ее участием создаются электронные журналы занятий по всем дисциплинам, преподаваемым на кафедре, загружаются электронные тесты, разрабатываются системы весовых коэффициентов для определения текущего и итогового рейтинга студентов.

Традиционно кафедра химии сильна заведующими учебной частью, которые, по сути, являются вторыми лицами на кафедре. За последние годы в разное время эти функции выполняли профессор А.А.Меньков, доцент Л.С.Смирнова, ст. преп. О.Б.Артакина. В настоящее время всю организационную работу по объединению усилий преподавательского коллектива по созданию современных учебно-методических комплексов по химическим дисциплинам, преподаваемым на кафедре, проводит зав. учебной частью А.А.Буцеева.

На современном этапе развитие созданного учебно-методического комплекса, ориентированного на получение студентами-медиками самых современных знаний, является приоритетной задачей кафедры химии.

#### 4. Органическая химия в системе фармацевтического образования Сеченовского университета

Развитие фармации во многом определяется успехами органической химии – молекулярным моделированием и направленным синтезом лекарственных средств, разработкой эффективных методов выделения биологически активных веществ из лекарственного растительного сырья, совершенствованием подходов к использованию физико-химических методов с целью анализа структуры, для контроля качества лекарственных препаратов и исследования фармакокинетики и биотрансформации.

В Сеченовском университете преподавание органической химии осуществляется на одноименной кафедре, образованной в 1922 г. на базе кафедры медицинской химии медицинского факультета Московского университета. В различные периоды кафедру органической химии возглавляли профессора А.В.Степанов (1922–1943 г.), Б.Н.Степаненко (1943–1979 г.), Н.А.Тюкавкина (1979–2007 г.), В.Л.Белобородов (с 2007 г. по настоящее время). В 2016 г. кафедра вошла в состав Образовательного департамента Института фармации и трансляционной медицины Сеченовского университета, целью которого является интеграция фундаментальной науки с фармацевтической индустрией.

Органическая химия в системе высшего и среднего фармацевтического образования является самостоятельной дисциплиной и одновременно служит теоретической основой ряда родственных дисциплин, реализуемых кафедрой (рис. 4.1). Кафедра обучает студентов по специальностям Фармация, Биоинженерия и биоинформатика, Медицинская биохимия, Медицинская биофизика и по направлению Биотехнология. Органическая химия как естественнонаучная база необходима для дальнейшего изучения профильных дисциплин (биологической химии, фармацевтической химии, токсикологической химии, фармакогнозии, фармакологии, клинической фармакологии, фармацевтической технологии, биотехнологии), а также дисциплин вариативной части (основы биохимии, молекулярная биология, методы фармацевтического анализа, контроль качества лекарственных средств) и закладывает фундамент практической деятельности специалистов фармацевтической отрасли.

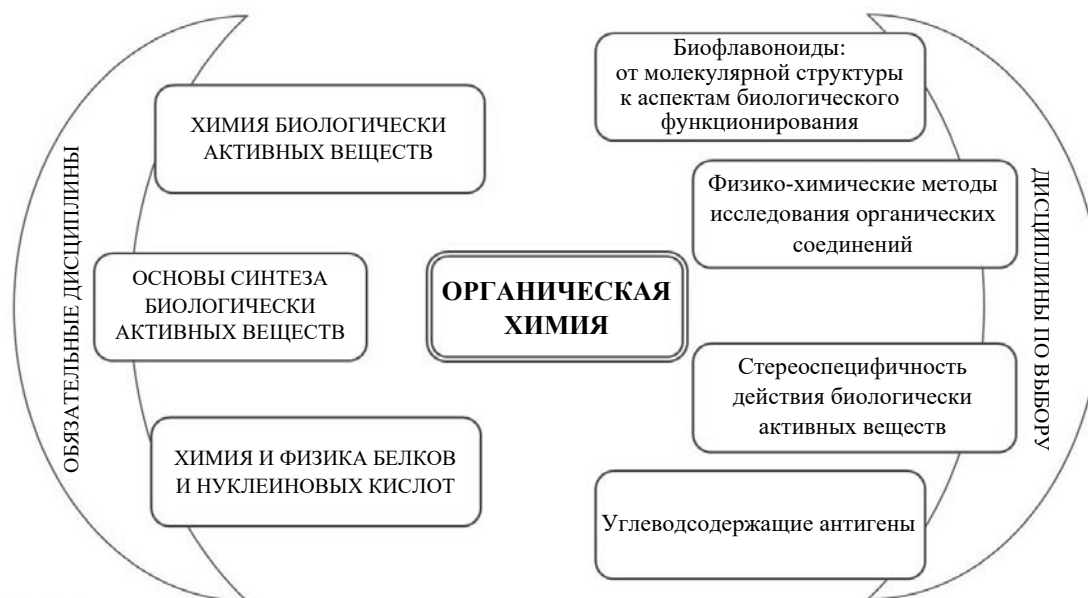


Рис. 4.1. Дисциплины, преподаваемые на кафедре органической химии Сеченовского университета в системе фармацевтического образования.

Коллектив кафедры на протяжении многих лет являлся составителем федеральных программ по органической химии для студентов фармацевтических институтов и факультетов. Курс органической химии, преподаваемый на кафедре, включает классическую базовую часть и материал, связанный с изучением традиционных для фармацевтической индустрии групп природных и биологически активных веществ. Некоторые из разделов курса расширены до авторских дисциплин по выбору: «Биофлавоноиды: от молекулярной структуры к аспектам биологического функционирования» (профессор Н.А.Тюкавкина), «Физико-химические методы исследования органических соединений» (профессор В.Л.Белобородов), «Стереоспецифичность действия биологически активных веществ» (доцент А.П.Лузин) и «Углеводсодержащие антигены» (профессор С.Э.Зурабян).

Большое внимание в рамках курса органической химии уделяется отработке практических умений и навыков, максимально приближенных к будущей специальности. Во время лабораторных занятий студенты выполняют качественные реакции по обнаружению функциональных групп и структурных фрагментов (малый практикум), обучаются технике лабораторных работ, методам разделения и очистки веществ. После освоения навыков каждый студент участвует в проведении экспериментальной работы, включающей синтез, выделение и идентификацию органических соединений. В качестве задания предлагается синтез активных фармацевтических ингредиентов и их прекурсоров (ацетилсалициловая кислота, анестезин, фенацетин, парацетамол, сульфаниловая кислота и др.). По результатам экспериментальной работы в рамках УИРС защищается итоговая работа, как правило связанная с применением полученных фундаментальных и практических знаний в реальных областях медицины и фармации.

Особое внимание на протяжении всего курса уделяется освоению физико-химических методов анализа и идентификации соединений как одному из наиболее важных навыков специалиста фармацевтического профиля. Полученные знания контролируются в течение всего периода обучения, включая решение задач по установлению строения соединений на основе комплекса спектральной информации.

Итоговый контроль по органической химии представляет собой трехэтапный экзамен и сочетает проверку практических навыков, централизованное тестирование и собеседование. После успешной сдачи компьютерного тестирования студент допускается до устного экзамена, где и осуществляется окончательная оценка его знаний.

Опыт преподавания такого интегрированного курса привел к разработке комплектов учебно-методических материалов по органической химии для студентов фармацевтического профиля и преподавателей. Подходы и педагогические технологии, систематизированные в методических разработках, послужили фундаментом для создания учебно-методического комплекса (УМК), который включает учебник, руководство к лабораторным занятиям, комплект электронных изданий, мультимедийный курс лекций, профессионально ориентированные задания для самостоятельной аудиторной и внеаудиторной работы и контролирующие материалы.

Коллективом кафедры был создан фундаментальный учебник в двух книгах «Органическая химия. Основной курс», «Органическая химия. Специальный курс», а также учебное пособие «Руководство к лабораторным занятиям по органической химии». Этот комплект литературы по праву входит в серию «Высшее образование. Современный учебник» [35–37].

В учебнике гармонично сочетается фундаментальная научная база с необходимой информацией по профилизации курса. Отбор фактического материала произведен с учетом профессиональной значимости и отличается мотивационной насыщенностью. Большинство химических закономерностей иллюстрировано на примерах биологически активных соединений, в том числе лекарственных веществ. Реакционная способность функциональных групп рассматривается в неразрывной связи с представлениями об их электронном и пространственном строении и механизмах превращений. Цветная полиграфия способствует визуализации материала.

Первая книга «Основной курс» характеризует важнейшие классы органических соединений, которые составляют фундамент для формирования химического мышления. Характеристика каждого класса заканчивается разделом «Спектральная идентификация», в котором описаны прикладные возможности методов ЯМР  $^1\text{H}$ , УФ, ИК спектроскопии и масс-спектрометрии для анализа и идентификации веществ.

Вторая книга «Специальный курс» является логическим продолжением первой. В нее включены главы о традиционных для фармацевтической специальности группах биологически активных соединений: гетероциклических, элементоорганических, пептидах и белках, углеводах, липидах, терпеноидах, алкалоидах. Отличительной особенностью является наличие раздела «Избранные главы по биологически активным соединениям», в котором описан расширенный ряд важнейших семейств природных соединений: алкалоидов, терпеноидов, стероидов, эйкозаноидов, флавоноидов. Освещены химические аспекты метаболизма лекарственных средств, реакции биотрансформации, методы изучения метаболических превращений, пролекарства. Этот сверхпрограммный материал является основой для реферативной работы студентов, а также базой для изучения дисциплины «Химия биологически активных веществ» (специальности Биотехнология и Медицинская биохимия).

В комплекте с учебником создано «Руководство к практическим занятиям по органической химии». Оно содержит ряд блоков – авторские ситуационные задачи к основным темам курса, методы работы с органическими веществами, опыты по качественному функциональному анализу, комплексные задачи с привлечением химической и спектральной информации для установления строения органических соединений. Большое внимание в Руководстве уделяется экспериментальной работе студентов по формированию навыков синтеза, выделения, очистки и идентификации органических соединений. Руководство является оригинальным учебным

пособием с выраженной направленностью на организацию самостоятельной аудиторной и внеаудиторной работы. Комплект учебной литературы по органической химии был высоко оценен преподавателями и студентами [38, 39].

Внедрение компетентного подхода в преподавание послужило побудительным мотивом для создания учебника нового поколения с компактным изложением материала по органической химии, направленного на формирование общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в фармацевтической и смежных с ней специальностях [40]. По замыслу авторов, общая стратегия в учебнике строится на фундаментальных положениях и законах, управляющих химическим поведением органических соединений [41]. Фактический материал учебника тесно связан с медициной и фармацевтикой, что делает его интересным для студентов. Выбор объектов нацелен на усвоение обучающимися взаимосвязи между структурой и свойствами органических веществ. Полезным дополнением к учебнику является банк заданий для самостоятельной работы, которые способствуют усвоению изученного материала. Учебник полностью соответствует требованиям ФГОС ВПО 33.05.01 Фармация.

Уже более 10 лет в Сеченовском университете осуществляется подготовка студентов по специальности «Фармация» среднего профессионального образования. В целях обеспечения этого образовательного процесса авторами кафедры написан учебник «Основы органической химии» [42]. Книга состоит из теоретического курса и лабораторного практикума, взаимно дополняющих друг друга. Учебники и Руководства, созданные коллективом кафедры, неоднократно переиздавались. Для многих высших и средних специальных учебных заведений фармацевтического профиля нашей страны они являются базовыми.

Студенты активно воспринимают прогрессивные тенденции и используют на занятиях мобильные устройства – ноутбуки, планшеты, смартфоны. В последнее время наблюдается постепенный отказ от учебных пособий, напечатанных на бумаге. Увеличение количества часов самостоятельной работы в соответствии с новыми стандартами образования потребовало разработки качественно новых электронных учебных материалов на основе информационных мультимедийных технологий и анимационных приемов [43]. Образовательный контент созданных электронных пособий представлен в различных формах: текстовой, компьютерной графики, видеоинформации. Многообразие выразительных форм в этих пособиях позволяет эффективно использовать различные методические приемы во время учебного процесса:

- фокусировать в ходе объяснения внимание на реакционных центрах, применяя различные способы их выделения;
- поэтапно наращивать информацию, например, при изучении механизмов органических реакций;
- активно использовать визуальные ассоциации, в том числе для стереохимических представлений с моделями в 3D изображении;
- применять суперпозицию геометрически родственных структур при демонстрации химических основ действия биологически активных веществ;
- проводить виртуальные лабораторные работы;
- осуществлять «обратную связь» в интерактивном режиме.

Электронная образовательная среда формировалась по двум основным направлениям: создание учебно-методических материалов управляющего типа, предназначенных для размещения на едином образовательном портале, и выпуск локальных электронных изданий, зарегистрированных ФГУП НТЦ «Информрегистр» (рис. 4.2).

Единый образовательный портал (ЕОП). Совершенствование и развитие личности для большинства студентов является приоритетным. При этом возникает противоречие между индивидуальным характером обучения и учебным планом и программой. Разрешение этого противоречия в условиях стандартизованного обучения возможно за счет формирования индивидуальной образовательной траектории при использовании ресурса ЕОП. С одной стороны, студенты в соответствии с утвержденной рабочей программой знакомятся с примерами контролирующих материалов по отдельным темам (текущий контроль), разделам (рубежный контроль) и итоговой аттестации по предмету. С другой стороны, через ЕОП осуществляется управление самостоятельной работой – студенты получают индивидуальные задания по каждой изучаемой теме. Первые три-четыре задания не имеют большой вариабельности, так как на данном этапе преподаватель проводит оценку исходного уровня обучаемого, планирует оптимальные условия реализации и коррекции процесса обучения. Последующие задания создаются для каждого обучаемого индивидуально на основе банка задач, различающихся по степени сложности и уровню подачи материала. Студент получает свой номер варианта и в дальнейшем работает по заданиям, предложенным в данном варианте.



Рис. 4.2. Электронная информационно-образовательная среда.

Несомненным достоинством цифровых документов, размещенных на портале, является возможность их корректировки путем внесения новых данных, фактов, результатов научных открытий, а также быстрой адаптации в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

Первый этап творческой совместной работы с методическим отделом и издательством нашего вуза был связан с изданием электронных аналогов классических печатных учебных пособий: курсов лекций и графического материала к ним, сборников тестовых заданий, рабочих тетрадей [44–48]. Более совершенной формой стали уникальные локальные электронные издания с элементами флеш-анимации и видеосюжетами, выпущенные на базе неимитационных и имитационных, в том числе интерактивных педагогических технологий [49–51]. Эти материалы обогатили учебный процесс виртуальными лабораторными работами, новыми иллюстрациями к лекционным курсам и практическим занятиям. Используя тестовый тренажер, студенты могут проверять знания в интерактивном режиме с целью подготовки к итоговому централизованному тестированию. Сформированная информационно-образовательная среда на основе компьютерных технологий охватывает широкий спектр материалов для самостоятельной аудиторной и внеаудиторной работы. Неоспоримым преимуществом таких материалов является возможность приобретать знания и контролировать их в любом месте, в любое время, в формате, привычном для молодого поколения, как на стационарных компьютерах, так и на мобильных устройствах. Подача информации стала более доступной, красочной, визуализированной, что привело к интенсификации обучения и улучшению качества образования.

Современный учебный процесс предусматривает внедрение новых педагогических технологий, обеспечивающих переход от информативного к деятельному методу обучения. Одним из путей реализации этого принципа является включение в учебный процесс дисциплин по выбору. Посредством элективов наиболее мобильно выполняется задача информирования студентов о новейших актуальных, в том числе дискуссионных проблемах в сфере избранной специальности. Кафедра разработала и на протяжении ряда лет совершенствует элективные курсы. Два электива – «Биофлавоноиды» и «Физико-химические методы исследования органических соединений» вошли в состав комплекса медиатек, созданного в рамках Национального проекта Образование в 2006 г. в содружестве с кафедрой фармакологии. Цель такой интеграции состояла в формировании у студентов системного подхода к пониманию и оценке действия биологически активных веществ, их исследования и анализа. К названным элективам был проявлен интерес и со стороны других вузов страны. Неоднократно были осуществлены выездные сессии по преподаванию этих мультимедийных курсов с целью ознакомления студентов и преподавателей ряда вузов: факультета фундаментальной медицины (фармацевтическое отделение) МГУ им. М.В.Ломоносова; медицинского факультета (кафедра фармацевтической и токсикологической химии) Российского университета дружбы народов; химического факультета Иркутского государственного университета; фармацевтического факультета Иркутского государственного медицинского института; Благовещенского государственного педагогического института.

«Физико-химические методы исследования органических соединений» (авторы профессор В.Л.Белобородов, доценты А.М.Савватеев, И.Р.Ильясов). Этот электив призван обеспечить формирование системы теоретических знаний, практических умений и навыков применения спектральных и хроматографических методов для целей органической химии и фармации [52]. Большое внимание уделяется методу ВЭЖХ как одному из наиболее информативных в области фармацевтического анализа, тем более что, как правило, исследователи имеют дело с многокомпонентными смесями. У студентов живой интерес вызывает знакомство с принципами работы приборов, практикой эксперимента, интерпретацией полученных самостоятельно данных, которые они по окончании курса защищают на итоговой конференции. В процессе экспериментальной работы студенты выполняют ряд заданий, таких как хроматографическое определение примеси салициловой кислоты в ацетилсалициловой кислоте, спектрофотометрическое исследование антирадикальной активности ряда природных соединений и т.п. При проведении курса активно используется банк авторских ситуационных задач и тестов. Элективный курс проводится с привлечением результатов научно-исследовательской работы кафедры в изучении фармакокинетики и метаболизма лекарственных средств, анализе и стандартизации фитопрепаратов и лекарственного растительного сырья, оценке антиоксидантной активности природных соединений [53].

«Биофлавоноиды: от молекулярной структуры к аспектам биологического функционирования» (авторы: профессора Н.А.Тюкавкина, И.А. Селиванова, доценты А.И.Хвостова, А.М.Савватеев). Начало этой дисциплине было положено выступлением профессора Н.А.Тюкавкиной с актовой речью на Ученом совете ММА им. И.М.Сеченова [54]. Этот электив отражает современную информацию о биофлавоноидах как одной из важнейших, повсеместно распространенных в растительном мире групп биологически активных веществ. Программа курса охватывает широкий обзор актуального состояния исследований в области флавоноидов, включая структурные, физико-химические, аналитические, фармакологические, медицинские и прикладные аспекты. Подробно изучаются пути биогенеза биофлавоноидов, взаимосвязь структура–антиоксидантная активность. Учебный процесс базируется на использовании мультимедийных технологий [55]. Для обеспечения курса имеется комплект авторских учебно-методических печатных и локальных электронных изданий: лекции и графические материалы к ним [47, 56], рабочие тетради [48, 57], ответы к аудиторным заданиям в интерактивном формате [50]. Семинары проводятся в виде групповых дискуссий с элементами мозгового штурма и игровых симуляций. Такая форма подачи материала позволяет сформировать у студентов системный подход к пониманию, оценке и прогнозированию биологической активности биофлавоноидов на молекулярном уровне.

«Углеводсодержащие антигены» (автор профессор С.Э.Зурабян). В этом курсе освещаются проблемы олигосахаридного синтеза. Студенты знакомятся с общей характеристикой синтетических (искусственных) антигенов, вырабатывают представления о принципах синтеза детерминантных олигосахаридов. Рассматриваются проблемы синтеза неогликопротеинов и неогликоконъюгатов и роли неогликоконъюгатов в иммунологических исследованиях.

«Стереоспецифичность биологически активных веществ» (автор доцент А.П.Лузин). Эта дисциплина по выбору более подробно, чем в основном курсе, знакомит студентов с современной классификацией стереоизомеров и принципами стереохимической номенклатуры. Большое внимание уделяется химическим основам взаимодействия биологически активных веществ с активными центрами ферментов и рецепторов. Студенты осваивают способы построения трехмерных моделей с помощью компьютерных 3D программ. Стереоспецифичность биохимических реакций раскрывается на основе принципа трехточечного взаимодействия хиральных субстратов с активным центром ферментов. Демонстрируется стереоспецифичность биохимического окисления и восстановления, стереоспецифичность биохимических сольволитических реакций. Естественным развитием этих представлений является обоснование стереоспецифичности хиральных лекарственных веществ, например, стероидных гормонов. Представлены полусинтетические стереоселективные методы синтеза стероидных гормонов.

Для вузов, прошедших конкурсный отбор в контуре проекта «5-100», в том числе Сеченовского университета, одним из приоритетных направлений является интернационализация образования. Выполнение дорожной карты в этом направлении связано с предоставлением иностранным студентам доступа в полилингвальное информационное пространство, главным образом, к специализированным учебным пособиям. В рамках фармацевтической специальности на кафедре органической химии обучаются студенты многих зарубежных стран в группах, где преподавание ведется на английском и французском языках. Кафедра на протяжении многих лет в тесном содружестве с кафедрой иностранных языков уделяла большое внимание созданию методических пособий для иностранных студентов. Авторским коллективом в составе профессора С.Э.Зурабяна, старших преподавателей А.К.Жевлаковой и И.А.Петришек создан комплект литературы, обеспечивающий преподава-



ние органической химии на французском языке: руководство для лабораторных занятий [58], сборник тестовых заданий [59], сборник задач и упражнений [60]. Для англоязычных студентов созданы и внедрены в учебный процесс интерактивный тестовый тренажер [61] и видеофильм «Стереохимия органических молекул» [62]. Проведенное анкетирование студентов и результаты рубежного контроля выявили высокую степень эффективности использования специализированных пособий в учебном процессе.

Помимо процесса обучения в соответствии с утвержденными программами и планами кафедры уделяет большое внимание развитию творческого потенциала студентов, который реализуется в работе студенческого научного кружка (СНК), и межвузовской интеграции в рамках олимпиады по органической химии.

Наиболее заинтересованные студенты участвуют в работе СНК кафедры. Инновационным вектором в работе СНК кафедры является разработка и внедрение трансляционной модели, включающей контент-анализ мировых практик, формирование запроса на базе анкетирования, планирование работы СНК и реализацию планов [63]. Фронтальная внеаудиторная образовательная траектория формируется по результатам анкетирования с учетом пожеланий членов СНК. Студентам предлагается выбрать направленность своего участия в работе кружка, оценить атмосферу заседаний, научных мероприятий и интеллектуальных соревнований. В плане работы СНК, как правило, предусматривается три группы мероприятий. Первая – регулярное посещение членами СНК просветительских мероприятий, посвященных ведущим мировым практикам в области химии и фармации: лекций, круглых столов, тренингов, мастер-классов, семинаров *Pharma's cool*. В русле этого направления студенты-кружковцы побывали на экскурсиях в Институте молекулярной медицины Сеченовского университета, в лаборатории «3D Bioprinting Solutions», на лекции по актуальным проблемам онкологии лауреата Нобелевской премии Дж. Уотсона, лекции по молекулярному моделированию А.О. Чугунова (старшего научного сотрудника Института биоорганической химии РАН им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова). Вторая группа мероприятий связана с участием членов СНК в выполнении научных исследований по тематикам кафедры в соответствии с планом НИР: «Разработка подходов к анализу и стандартизации перспективных комплексных лекарственных средств растительного происхождения» и «Разработка и внедрение инновационных технологий в образовательный процесс по биоорганической и органической химии». Реализация итогов этой работы составляет основу третьей группы мероприятий, которая включает реферирование литературы, написание научных статей, создание постеров и презентаций, подготовку докладов к выступлениям на конференциях и семинарах. Контроль деятельности СНК осуществляется при подведении итогов работы путем сбора документов, подтверждающих публикационную активность и участие в конференциях. Все события регулярно отражаются на странице СНК кафедры в социальной сети «ВКонтакте»: [vk.com/vsem\\_organica](https://vk.com/vsem_organica).

Важным элементом интеграции московских университетов, обучающихся студентов по специальности «Фармация», является ежегодная межвузовская олимпиада, организатором которой выступает коллектив кафедры органической химии Сеченовского университета. В олимпиаде принимают участие студенты МГУ им. М.В. Ломоносова, РУДН, РНИМУ им. Н.И. Пирогова. Формат этой олимпиады отличается от классического варианта проведения предметных олимпиад с индивидуальными заданиями для каждого участника, прежде всего, своей динамичностью – все участники в режиме реального времени уделяют внимание каждому заданию, которые презентуются по принципу «от простого к сложному» [64]. Такая концепция олимпиады в электронном варианте была разработана в 2014 г. и зарегистрирована в ФГУП НТЦ «Информрегистр» [51]. Применение компьютерных технологий позволяет составлять принципиально новые задания с использованием анимационных фрагментов, видеороликов, молекулярных моделей, что значительно повышает качество оформления и привлекает внимание современной молодежи. По мнению студентов, олимпиада в режиме *on-line* является новым поколением интеллектуальных соревнований, которые своим инновационным форматом способны вовлечь большое количество участников.

Основным достижением деятельности коллектива кафедры в преподавании органической химии является постоянное совершенствование и обновление учебного процесса, активное участие в инновационных проектах, направленных на возрастание мотивации к обучению у студентов и их профессиональную подготовку.

## 5. Преподавание органической химии в Российском университете дружбы народов

В Российском университете дружбы народов преподавание органической химии осуществляется на факультете физико-математических и естественных наук (ФМ и ЕН). Курс органической химии высшей школы можно разделить на четыре части: основы органической химии (номенклатура органических соединений, пространственное строение органических соединений, электронные эффекты в органических соединениях, кислотность

и основность органических соединений), механизмы органических реакций (радикальные, электрофильные, нуклеофильные), особенности химического поведения высокомолекулярных соединений, профильная часть органической химии (для разных специальностей разная). В составе педагогического коллектива 1 Заслуженный работник высшей школы, 3 доктора наук, 3 профессора, 11 кандидатов наук, 5 доцентов.

На кафедре органической химии помимо использования классических методик обучения (лекции, семинары, лабораторные работы) в последние годы акцент смещается к исследовательской составляющей подготовки, а также усиленное внимание отводится организации самостоятельной работы студентов. Результат такой организации учебного процесса – достаточно неплохой уровень как текущих, так и остаточных знаний, демонстрируемый учащимися во время проведения аккредитационных мероприятий (средний результат около 80%).

Помимо студентов химических специальностей на кафедре органической химии РУДН обучаются студенты экологического факультета, аграрного-технологического и медицинского институтов. Преподавание такого достаточно сложного предмета, как «органическая химия» для широкого контингента студентов из 139 стран мира (доля иностранных учащихся составляет около 70%) сопряжено с определенными трудностями. Уровень начальной подготовки студентов очень разный, существует языковой барьер, отсутствуют навыки самостоятельной и лабораторной работы. В результате влияния всех этих негативных факторов уже в начале обучения выявляется «хронически неуспевающий» контингент, и если не принять срочных мер, то к концу семестра он составляет около 50%, что, конечно, недопустимо.

Какие же меры предпринимаются? Преподавателями кафедры разработана программа для работы со студентами нехимических специальностей. Вот ее основные положения: а) начальное тестирование и выявление наиболее уязвимого «слабого» контингента; б) проведение еженедельных обязательных консультаций, на которые приглашаются персонально неуспевающие студенты; в) подбор индивидуальных домашних заданий для этих студентов; г) введение тестового контроля успеваемости. Помимо традиционных подходов к текущему контролю знаний студентов в РУДН широко применяется тестирование. Современные студенты имеют достаточно хорошие навыки использования компьютерных технологий, форма контроля в виде тестов для большинства из них является привычной. В РУДН на факультете физико-математических и естественных наук при обучении студентов нехимических специальностей тестирование используется при организации самостоятельной работы студентов, является частью текущего или рубежного контроля. Также тестирование широко применяется при проверке остаточных знаний студентов [65, 66].

Помимо этого в последнее время в РУДН увеличивается количество студентов, желающих получать образование на английском языке. Для таких учащихся организуются отдельные группы. Читаются лекции, проводятся семинары и лабораторные работы. Кафедрой органической химии созданы УМК для обучения студентов нехимических специальностей на английском языке, включающие конспекты лекций, методические указания для проведения семинаров, лабораторные журналы, тестовые задания и материалы текущего и рубежного контроля.

В бакалавриате первые два года все студенты изучают такие дисциплины, как математика, физика, иностранный язык, философия, неорганическая химия, аналитическая химия, информатика. Органическая химия преподается студентам направления «Химия» на II и III курсах. На втором курсе проводится теоретическое обучение, на третьем курсе – большой практикум, и выполняется курсовая работа. Уже на этом уровне студенты активно участвуют в научной работе кафедры, работают с приборами Центра коллективного пользования РУДН, имеют научные публикации (рис. 5.1).

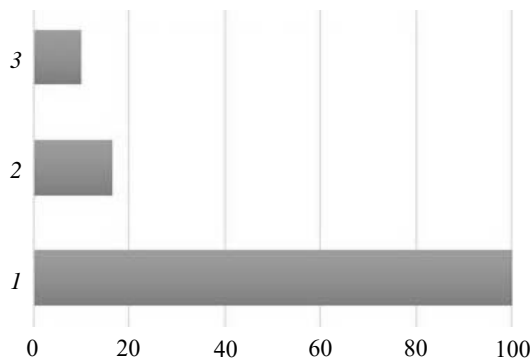


Рис. 5.1. Анализ публикационной активности студентов бакалавриата направления «химия». 1 – количество успевающих студентов, 2 – количество студентов, имеющих оценки «хорошо» и «отлично», 3 – количество студентов, имеющих публикации, %.

На третьем курсе происходит разделение студентов по профилям органическая, неорганическая или физическая химия. Учащиеся распределяются по научным лабораториям. В рамках программы 5-100 в 2016 г. на базе факультета ФМ и ЕН в целях интенсификации научной работы и концентрации ресурсов на прорывных направлениях междисциплинарных исследований в области химии был создан Объединенный институт химических исследований, к научной работе которого широко привлекаются студенты и аспиранты кафедры.

Программа по направлению «Химия» призвана дать необходимые навыки для успешной работы в современной научной среде, сформировать общекультурные и профессиональные компетенции выпускников-магистров, необходимые для осуществления профессиональной деятельности химика в научно-исследовательской, научно-педагогической, производственно-технологической, организационно-управленческой, связанной с использованием химических явлений и процессов, областях. Обязательная часть программы включает в себя фундаментальную подготовку по органической химии и химии гетероциклических соединений, активную научно-исследовательскую работу.

В ходе обучения по программе студенты изучают следующие дисциплины.

**Первый год обучения:** Философские проблемы химии, включая модуль «основы применения результатов космической деятельности в интересах развития национальных экономик»; Актуальные задачи современной химии; Иностранный язык в профессиональной деятельности магистра. *Блок дисциплин по выбору специализации:* Органическая химия, Неорганическая химия, Физическая химия.

**Второй год обучения:** Актуальные задачи современной химии. *Блок дисциплин по выбору специализации:* Органическая химия, Неорганическая химия, Физическая химия.

Кафедрой органической химии читаются следующие курсы для магистров специализации «Органическая химия»: Методы органической химии, Химия гетероциклических соединений, Основы стереохимии, Теоретическая органическая химия, ЯМР органических соединений, Молекулярный спектральный анализ, Химия природных соединений, Методика работы с БД, Домино-реакции в синтезах гетероциклов, Основы масс-спектрометрии, Основы биотехнологии, Основы дизайна лекарственных препаратов.

Значительное время отводится на научно-исследовательскую работу студентов, работе в команде исследователей и на подготовку выпускной работы (магистерской диссертации). Результаты исследовательской работы докладываются на научных конференциях, отражены в журналах Wos, Scopus и РИНЦ (рис. 5.2).

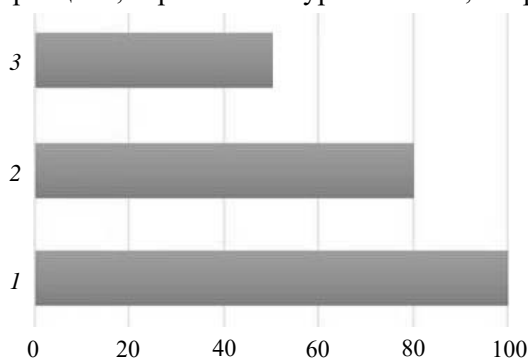


Рис. 5.2. Анализ публикационной активности студентов магистратуры направления «фундаментальная и прикладная химия».

1 – количество успевающих студентов, 2 – количество студентов, имеющих оценки «хорошо» и «отлично», 3 – количество студентов, имеющих публикации, %.

Магистратура по направлению подготовки «Химия» очень востребована. В рамках этого направления работает и очно-заочная форма обучения. Данное направление подготовки осуществляется совместно с Медицинским институтом РУДН. Преподавание проводится в соответствии с международными стандартами надлежащих практик GMP и GLP. В ходе обучения по программе студенты данного направления подготовки изучают следующие специальные дисциплины: Фармацевтическая химия, Химия природных соединений (основы фармакогнозии), Современные информационные технологии (поисковые системы Pubmed), Оптические методы в фармацевтическом анализе, Актуальные задачи современной фармацевтической химии, Фармакопейный анализ лекарств, Химические методы контроля качества лекарств в мировых фармакопеях, Ближняя ИК спектрометрия в контроле качества лекарств, Биофармацевтический анализ и персонализированная медицина, Атомно-абсорбционный и атомно-эмиссионный анализ в фармации, Электрохимические методы в фармацевтическом анализе, Стереохимия биологически активных соединений, Масс-спектральный анализ лекарст-

венных веществ, ИК спектроскопия в фармацевтическом анализе, Основы дизайна лекарственных препаратов, Физико-химические основы контроля качества лекарственных средств, Фармакокинетические исследования при контроле качества лекарств, Валидация методик фармацевтического и токсикологического анализа, Стандартизация и контроль качества лекарственных средств, Фармакокинетические исследования при оценке биоэквивалентности лекарственных средств.

В течение всего периода обучения студенты-магистры проходят научно-исследовательскую практику в лабораториях и контрольно-аналитических центрах. Обучение завершается защитой магистерской диссертации.

Высокая публикационная активность студентов данной специализации (рис. 5.3) говорит о перспективности данного направления подготовки. В 2015 г. была открыта магистратура на английском языке «Химия гетероциклических соединений» (Chemistry of heterocyclic compounds).

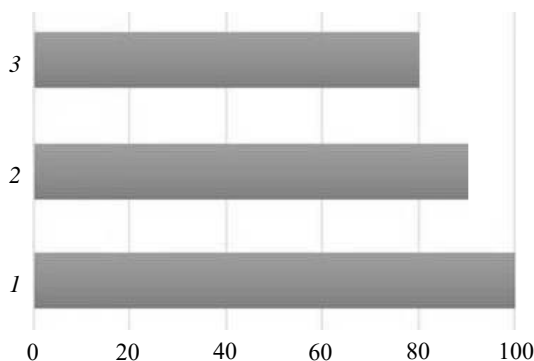


Рис. 5.3. Анализ публикационной активности студентов магистратуры направления «фармацевтический анализ в производстве и контроле лекарственных средств». 1 – количество успевающих студентов, 2 – количество студентов, имеющих оценки «хорошо» и «отлично», 3 – количество студентов, имеющих публикации, %.

Программа аспирантуры по направлению «Химические науки» на факультете физико-математических и естественных наук РУДН направлена на подготовку научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации, способных к инновационной деятельности в соответствующей области химии и в смежных областях науки и высшего образования. Кафедра органической химии осуществляет подготовку аспирантов по профилю «Органическая химия». На кафедре на сегодняшний день обучается 10 аспирантов, из них 4 – по программе «Аспирантура полного дня».

Аспирантура полного дня (Advanced PhD Program) – это специальная ежегодная программа РУДН поддержки аспирантов, реализуемая в рамках обучения в аспирантуре ФГАОУ ВО РУДН в рамках Программы «5-100». Аспиранты-участники этой программы осваивают основную образовательную программу в соответствии с учебным планом, в рамках дополнительных индивидуальных планов проводят научные исследования по профилю «Органическая химия» в лабораториях кафедры. Целью этой программы является стимулирование наиболее талантливых аспирантов, ориентированных на построение академической карьеры; повышение качества подготовки аспирантов, вовлечение молодых исследователей в международное академическое сообщество путем предоставления возможности участия аспирантов в исследованиях, подготовке статей для публикаций в международных реферируемых изданиях.

Программа аспирантуры состоит из четырёх блоков.

**Блок 1. «Дисциплины (модули)».** *Базовая часть:* иностранный язык, философия. *Вариативная часть:* методология научных исследований, приоритетные направления развития химии, методика преподавания химии в высшей школе, дисциплины по выбору.

**Блок 2. «Практики»:** научно-исследовательская практика, педагогическая практика.

**Блок 3. «Научные исследования».**

**Блок 4. «Государственная аттестация»:** подготовка и сдача государственного экзамена, подготовка и презентация научного доклада.

Обучение по программе аспирантуры завершается подготовкой и защитой диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук. В 2016 г. была открыта аспирантура на английском языке: Органическая химия. «Химия гетероциклических соединений» (Organic chemistry. «Chemistry of heterocyclic compounds»).

В РУДН с 2005 г. успешно работает служба качества обучения (СКО РУДН). В настоящее время СКО РУДН – это отлаженная система менеджмента университета. Введение СКО способствует созданию средне-

срочных планов развития и дорожных карт РУДН, оптимизации образовательного процесса, выявлению слабых, проблемных сторон в работе. В реализацию обеспечения качества вовлечены все участники организации и реализации учебного процесса: сотрудники администрации, преподаватели и учащиеся. Показатели качества являются количественной оценкой совершенствования качества обучения. Все данные мониторинга показателей качества обучения в РУДН заносятся в электронную базу данных. Показатели качества нормализуются к единице. На основе полученной базы данных по всем параметрам мониторинга качества обучения строятся диаграммы, на которых отмечаются реальные достижения, планируемые показатели и нижняя граница достижений (рис. 5.4).

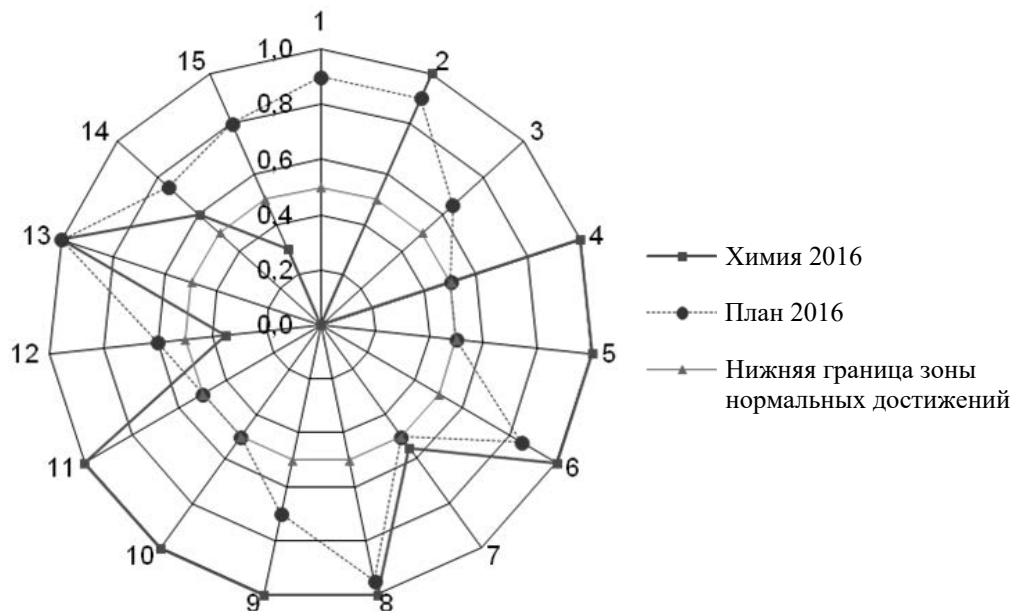


Рис. 5.4. Диаграмма направления «химия», кафедры органической химии за 2016 г.

Как видно из рис. 5.4, важным недостатком образовательной программы «Химия» является отсутствие международной составляющей в обучении. Для решения этой проблемы в июне 2017 г. запланировано прохождение международной аккредитации магистерской программы «Фундаментальная и прикладная химия» и создание совместной программы магистратуры кафедры органической химии с зарубежными университетами.

Международная деятельность РУДН направлена на повышение его положения в системе высшего образования РФ и дальнейшую интеграцию в мировое образовательное и научное сообщество. Эта работа осуществляется в рамках программ сотрудничества с ведущими зарубежными университетами, реализации международных образовательных программ и проектов, совместной научно-исследовательской деятельности, организации научно-практических семинаров и конференций, обмена преподавательскими кадрами и развития студенческой мобильности. Российский университет дружбы народов поддерживает устойчивые связи со многими зарубежными университетами и международными организациями стран Азии, Африки, Европы и США.

Одним из ключевых направлений междуниверситетского сотрудничества является разработка и реализация совместных программ, направленных на предоставление студентам возможности стажировок в зарубежных вузах и получение двух дипломов – Российского университета дружбы народов и диплома зарубежного университета-партнера. Международная аккредитация образовательных программ РУДН – еще один путь оценки и признания качества образования [67].

Кафедра активно сотрудничает с университетом г. Бари (Италия), институтом медицинской химии г. Мадрида (Испания), с Высшей школой химии университета Кардиф (Великобритания), с НИФХИ им. Л.Я.Карпова, с ведущими вузами страны (МГУ, ИОХ им. Н.Д.Зелинского РАН, ИНХС им. А.В.Топчиева РАН, ИФХ РАН) в плане совместных научно-исследовательских проектов.

Специалисты, получившие образование на кафедре органической химии факультета физико-математических и естественных наук РУДН, представляют современное бизнес-сообщество и занимают ведущие посты в научно-исследовательских институтах, образовательных учреждениях, государственных структурах. Факультет физико-математических и естественных наук является признанным в России и за рубежом центром подготовки специалистов-химиков всех уровней образования.

## 6. Подготовка специалистов в области жидкокристаллических материалов в Ивановском государственном университете

Подготовка специалистов в области жидкокристаллических материалов реализуется в Ивановском государственном университете (ИвГУ) уже несколько десятилетий. Первая в СССР исследовательская лаборатория жидких кристаллов была основана в Ивановском государственном педагогическом институте в 1964 г. И.Г.Чистяковым (в 1974 г. на базе указанного института был образован Ивановский государственный университет). Состав Проблемной лаборатории жидких кристаллов ИвГУ был уникален тем, что в ней тесно сотрудничали специалисты в области физики, химии и применения жидких кристаллов. В 2008 г. Проблемная лаборатория жидких кристаллов была преобразована в НИИ наноматериалов.

За последние 50 лет интерес к жидкокристаллическим материалам и их применению возрос во всем мире. Жидкие кристаллы можно рассматривать как «мягкую материю». Возможности самосборки и самоорганизации их молекул при создании современных наноматериалов не исследованы в полной мере. Без жидкокристаллических материалов невозможно представить себе развитие нанотехнологии и супрамолекулярной химии. Несмотря на быстрое развитие указанных отраслей науки, в России нет концепции подготовки специалистов в области жидких кристаллов.

В 2000 г. под эгидой ИвГУ был создан Научно-образовательный центр (НОЦ) «Жидкие кристаллы», объединивший научных сотрудников, преподавателей и студентов четырех вузов и Института РАН г. Иваново, занимающихся этой тематикой. В ИвГУ подготовка специалистов в области жидкокристаллических материалов развивается на основе междисциплинарного подхода, объединяя ученых НИИ наноматериалов, биолого-химического и физического факультетов. В рамках НОЦ с ИвГУ в настоящее время тесно сотрудничают ученые Института химии растворов РАН (г. Иваново), Ивановского государственного химико-технологического университета и Ивановского государственного политехнического университета (рис. 6.1).

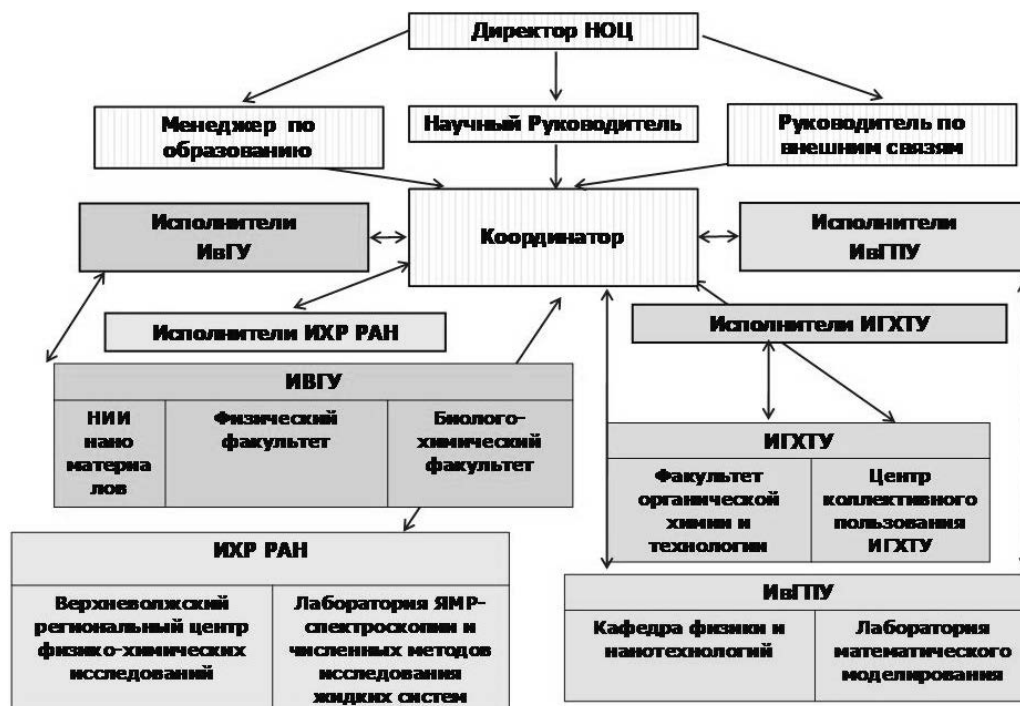


Рис. 6.1. Схема научно-образовательного центра «Жидкие кристаллы».

Основными задачами создания центра являются:

- создание условий для проведения совместных научных исследований, а также подготовки и переподготовки специалистов в области жидкокристаллических материалов;
- интеграция научного потенциала и современной приборной базы участвующих организаций, направление совместных усилий ученых на решение актуальных проблем в сфере создания и исследования жидкокристаллических наноматериалов;
- использование результатов научных исследований в образовательном процессе;

- разработка специальной системы повышения мотивации молодых ученых к занятию научно-исследовательской работой;
- развитие академической мобильности и международного сотрудничества.

На семинарах и конференциях, регулярно проводимых НОЦ «Жидкие кристаллы», с лекциями и докладами выступают приглашенные ученые из ведущих российских и зарубежных университетов и научно-исследовательских институтов, являющиеся признанными специалистами в области исследования мезоморфного состояния вещества. Среди приглашенных лекторов, выступавших перед студентами в течение последних лет, можно отметить академика РАН А.Р.Хохлова (МГУ), профессоров Т.Беллини (Миланский университет, Италия), И.Диркинга (Университет Манчестера, Великобритания), Х.Томонори (университет Рацумейкана, Япония), И.Абдулхалима (Университет Бен Гуриона, Израиль), К.Префке (Технический университет Берлина, Германия), Д.Брюса (Йоркский университет, Великобритания), В.П.Шибяева, А.С.Сонина (МГУ), Е.И.Рюмцева (СПбГУ) и др. В 2012 г. в Иванове на базе ИвГУ впервые после распада СССР была проведена Первая Всероссийская конференция по жидким кристаллам с международным участием, в рамках которой прошла Школа молодых ученых.

Подготовка специалистов в области жидкокристаллических материалов проводится Ивановским государственным университетом по многоступенчатой схеме. На первом (довузовском) этапе в рамках проекта «Естествознание для любознательных», реализуемого вузом, преподаватели биолого-химического и физического факультетов, а также сотрудники НИИ наноматериалов знакомят школьников с особенностями мезоморфного состояния вещества, методами его исследования, возможностями применения жидкокристаллических материалов.

На втором этапе подготовка обучающихся ведется по уровням бакалавриата: Химия (образовательная программа «Химия») [68], Физика (образовательная программа «Физика») [69], Нанотехнология и микросистемная техника (образовательная программа «Нанотехнологии и наносистемы») [70]; специалитет: Фундаментальная и прикладная химия [71]; магистратура: Химия (образовательная программа «Физическая химия наноматериалов») [72].

Остановимся на учебных дисциплинах, преподаваемых при реализации указанных образовательных программ. В учебный план образовательной программы «Химия» входит учебная дисциплина «Жидкокристаллические материалы». Дисциплина читается в 7 семестре (36 часов лекций, 18 часов лабораторных занятий, 126 часов самостоятельной работы). Эта же дисциплина реализуется в образовательной программе «Фундаментальная и прикладная химия» (уровень специалитета). Она читается также в 7 семестре (30 часов лекций, 30 часов лабораторных занятий, 48 часов самостоятельной работы). В образовательной программе «Физика» (уровень бакалавриата) читается дисциплина «Физика жидких кристаллов» (5 семестр, 36 часов лекций, 36 часов лабораторных занятий, 36 часов самостоятельной работы).

Наибольшее количество учебных дисциплин, связанных с жидкокристаллической тематикой, реализуется в образовательной программе «Физическая химия наноматериалов» (уровень магистратуры). К ним относятся следующие учебные дисциплины: «Методы синтеза жидкокристаллических соединений» (1 семестр, 28 часов лекций, 28 часов лабораторных занятий, 88 часов самостоятельной работы), «Наноматериалы на основе жидкокристаллических композиций» (2 семестр, 14 часов лекций, 14 часов лабораторных занятий, 44 часа самостоятельной работы), «Современные методы исследования жидкокристаллических материалов» (2 семестр, 14 часов лекций, 14 часов лабораторных занятий, 44 часа самостоятельной работы), «Супрамолекулярная химия в создании жидкокристаллических материалов» (2 семестр, 14 часов лекций, 28 часов лабораторных занятий, 30 часов самостоятельной работы), «Лиотропный мезоморфизм» (2 семестр, 14 часов лекций, 28 часов лабораторных занятий, 30 часов самостоятельной работы), «Основы термодинамики жидких кристаллов» (3 семестр, 14 часов лекций, 14 часов лабораторных занятий, 44 часа самостоятельной работы), «Дискотические мезогены» (3 семестр, 14 часов лекций, 14 часов лабораторных занятий, 44 часа самостоятельной работы).

Дисциплина «Методы синтеза жидкокристаллических соединений» относится к вариативной части учебного плана. Она базируется на основных положениях органической и физической химии. Рабочая программа курса основана на авторских разработках исследователей в области синтеза жидкокристаллических соединений. Полученные студентами знания могут быть применены при выполнении научно-исследовательской работы (магистерской диссертации) в области синтеза и исследования свойств жидкокристаллических материалов. В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать основные синтоны, используемые для синтеза каламитных мезогенов, виды сред для проведения реакций, основные методы синтеза дискотических мезогенов,

основные методы синтеза металломезогенов; должен уметь находить методики синтеза соединений различных классов в справочной литературе, с помощью методов компьютерного моделирования составлять из синтонов молекулы потенциальных мезогенов; должен владеть терминологией, связанной с синтетической химией, элементарными умениями сбора установок для синтеза потенциально мезогенных соединений. Указанная дисциплина состоит из трех разделов: синтоны, используемые для синтеза каламитных мезогенов; методы синтеза дискотических мезогенов; синтез металломезогенов.

В результате изучения дисциплины «Наноматериалы на основе жидкокристаллических композиций» обучающийся должен знать основные понятия и основные направления исследований в современной теоретической и экспериментальной химии, в частности, в синтетической и наноструктурной технологиях, особенности химической структуры молекул мезоморфных соединений, применяемых в наноструктурных технологиях, номенклатуру жидкокристаллических соединений, особенности взаимосвязи свойств жидкокристаллических соединений с химическим строением их молекул, алгоритмы поиска и анализа литературы по современным областям химии, особенности работы на поляризационном микроскопе с термостоликом; уметь применять сложившиеся мировоззренческие естественнонаучные представления в своей профессиональной деятельности, анализировать научную литературу с целью применения её при обсуждении экспериментальных результатов, характеризовать и оценивать результаты экспериментальных и теоретических исследований мезоморфных свойств; владеть понятийно-терминологическим языком науки о жидкокристаллическом состоянии, основами методов экспериментальных исследований химических процессов, технологией анализа и методами математической обработки полученных результатов экспериментальных и теоретических исследований, способами поиска и переработки предметной информации по изучаемой проблеме.

Указанная дисциплина состоит из семи разделов: жидкокристаллические материалы (термотропные и лиотропные жидкие кристаллы, типы мезофаз, фазовые превращения, номенклатура жидкокристаллических соединений, взаимосвязь свойств жидкокристаллических соединений с их химическим строением); полимерные жидкокристаллические материалы (виды, особенности строения, основные направления применения жидкокристаллических полимеров); нанокомпозиты на основе жидкокристаллических полимеров и неорганических наночастиц (структура композитов жидкокристаллический полимер–наночастицы, нематические и холестерические матрицы, фотолюминесценция нанокомпозитов, перспективы развития); жидкокристаллические гели (получение и структура жидкокристаллических гелей, нематические, смектические и дискотические жидкокристаллические гели, жидкие кристаллы, стабилизированные полимерными сетками, применение жидкокристаллических гелей); металломезогены (классификация, история возникновения и развития области, свойства металломезогенов на основе лантаноидов, дитиолоновые комплексы никеля, платины и палладия, мезогенные комплексы железа со спин-переменными свойствами, медьсодержащие металломезогены, дископодобные и лиотропные металломезогены, применение и перспективы развития); криоформирование гибридных металломезогенных систем; жидкокристаллические материалы в трибологии (роль жидкокристаллических материалов в снижении трения, трибологические свойства жидкокристаллических наноматериалов, применение термотропных и лиотропных жидких кристаллов).

В результате изучения дисциплины «Современные методы исследования жидкокристаллических материалов» обучающийся должен знать основные понятия и основные направления исследований в современной теоретической и экспериментальной химии, в частности, в синтетической и наноструктурной технологиях, номенклатуру жидкокристаллических соединений, теоретические основы методов исследования жидкокристаллических материалов, особенности работы на поляризационном микроскопе с термостоликом; уметь применять сложившиеся мировоззренческие естественнонаучные представления в своей профессиональной деятельности, анализировать научную литературу с целью применения её при обсуждении экспериментальных результатов, характеризовать и оценивать результаты экспериментальных и теоретических исследований мезоморфных свойств; владеть понятийно-терминологическим языком науки о жидкокристаллическом состоянии, основами методов экспериментальных исследований химических процессов, технологией анализа и методами математической обработки полученных результатов экспериментальных и теоретических исследований, способами поиска и переработки предметной информации по изучаемой проблеме.

Указанная дисциплина состоит из шести разделов: жидкокристаллические материалы (термотропные и лиотропные жидкие кристаллы, типы мезофаз, фазовые превращения, номенклатура жидкокристаллических соединений, взаимосвязь свойств жидкокристаллических соединений с химическим строением их молекул); исследование фазовых переходов. Метод дифференциальной сканирующей калориметрии; текстуры различных



типов мезофаз. Метод поляризационной термомикроскопии. Устройство поляризационного микроскопа с термостолитком, принципы его работы; методы исследования физических свойств жидкокристаллических материалов; особенности применения рентгенструктурного анализа и ИК спектроскопии при исследованиях жидкокристаллических соединений; обзор современных возможностей по применению математического моделирования и квантово-химических расчетов при прогнозировании свойств мезоморфных соединений.

В результате изучения дисциплины «Супрамолекулярная химия в создании жидкокристаллических материалов» обучающийся должен знать основные понятия и принципы создания жидкокристаллических материалов путем специфических взаимодействий, особенности химической структуры и строения супрамолекул мезогенов, особенности влияния водородных связей на мезоморфные свойства веществ, алгоритмы поиска и анализа литературы по современным областям химии, особенности работы на поляризационном микроскопе с термостолитком; уметь применять сложившиеся мировоззренческие естественнонаучные представления в своей профессиональной деятельности, анализировать научную литературу с целью применения её при обсуждении экспериментальных результатов, характеризовать и оценивать результаты экспериментальных и теоретических исследований мезоморфных свойств; владеть понятийно-терминологическим языком науки о жидкокристаллическом состоянии, основами методов экспериментальных исследований химических процессов, технологией анализа и методами математической обработки полученных результатов экспериментальных и теоретических исследований, способами поиска и переработки предметной информации по изучаемой проблеме.

Указанная дисциплина состоит из шести разделов: основные понятия о специфических взаимодействиях и водородной связи; место супрамолекулярной химии в современной химической науке; супрамолекулярные мезоморфные системы; структура и устойчивость супрамолекул мезоген–немезоген; водородная связь в жидкокристаллических системах мезоген–немезоген; влияние водородной связи на свойства мезоморфных соединений.

В результате изучения дисциплины «Лиотропный мезоморфизм» обучающийся должен знать историю изучения лиотропных жидких кристаллов, основные типы надмолекулярных упаковок каламитных и планкообразных лиомезогенов, возможности использования принципов лиотропного мезоморфизма в биологии, медицине, химии; уметь определять лиотропные мезофазы по характерным текстурам, определять основные классы органических соединений, способных к образованию лиомезофаз; владеть понятийно-терминологическим аппаратом химии лиотропных мезогенов, методиками идентификации лиотропных мезофаз.

Указанная дисциплина состоит из семи разделов: История изучения лиотропных жидких кристаллов; Каламитные и планкообразные лиомезогены и основные типы их надмолекулярных упаковок; Химическое строение каламитных молекул лиотропных низкомолекулярных мезогенов; Лиотропный мезоморфизм гидрофильных и гидрофобных дисколических мезогенов; Лиотропный мезоморфизм металлоорганилов; Лиотропный мезоморфизм колончатых мезогенов недисколической природы; Использование принципов лиотропного мезоморфизма в биологии, медицине, химии.

В результате изучения дисциплины «Основы термодинамики жидких кристаллов» обучающийся должен знать альтернативу твердым наноструктурированным материалам, возможности супрамолекулярной химии в создании «мягких материалов», типы межмолекулярных взаимодействий в мезофазе, особенности фазовых равновесий в жидкокристаллических системах, физико-химические свойства указанных систем, методы исследования мезоморфных соединений, проблемы развития теории и практического применения жидких кристаллов; уметь подбирать методы исследования потенциально мезоморфных соединений, использовать квантово-химические методы для расчета характеристик возможных конформеров мезогенных молекул, определять температуры фазовых переходов в мезоморфных соединениях различными методами, проводить идентификацию мезофаз с помощью метода поляризационной термомикроскопии, калибровку дилатометра, капиллярного и ротационного вискозиметров, ячеек для измерения диэлектрической проницаемости, методом диэлькометрии получать температурные зависимости диэлектрической проницаемости и удельной электропроводности мезогенов в различных фазах, рассчитывать на их основе величины диэлектрической анизотропии и анизотропии удельной электропроводности жидкокристаллических соединений в области существования мезофазы, вторым методом Дебая измерять величины дипольных моментов мезогенных молекул в предельно разбавленных растворах неполярных растворителей, методом дилатометрии получать температурные зависимости плотности мезогенов в различных фазах, рассчитывать на их основе величины экспериментальных и свободных молярных объемов, коэффициентов молекулярной упаковки и термического расширения, относительных величин скачков молярных объемов при фазовых переходах, избыточных молярных объемов для двухкомпонентных жидкокристаллических систем, методом рефрактометрии получать температурные зависимости показателя прелом-

ления обыкновенного луча в различных фазах, рассчитывать на их основе величины показателей преломления необыкновенного луча, оптической анизотропии, методом капиллярной вискозиметрии получать температурные зависимости вязкости мезогенов в различных фазах, рассчитывать на их основе величины энергии активации вязкого течения; владеть методиками экспериментального исследования мезоморфных и физико-химических свойств жидкокристаллических систем (с применением визуальной политермии, поляризационной термо-микроскопии, диэлькометрии, дилатометрии, рефрактометрии, вискозиметрии), методами квантово-химических расчетов с помощью стандартных программ.

Указанная дисциплина состоит из девяти разделов: Введение; Природа и строение молекул жидких кристаллов; Зависимость мезоморфных свойств соединений от структурного дизайна мезогенных молекул; Континуальная теория макросостояния мезофазы; Типы межмолекулярных взаимодействий в мезоморфных системах; Фазовые равновесия в системах с жидкими кристаллами; Физико-химические свойства жидкокристаллических систем; Методы исследования мезоморфных соединений; Некоторые проблемы развития теории и практического применения жидких кристаллов.

В результате изучения дисциплины «Дискотические мезогены» обучающийся должен знать особенности строения органических молекул, необходимые для формирования ими колончатых мезофаз и дискоидной нематики, основные классы органических соединений, способных образовывать колончатые мезофазы и дискоидную нематику, физико-химические свойства дискотических мезогенов, определяющие их использование; уметь прогнозировать возможности формирования колончатых мезофаз и дискоидной нематики различными классами органических соединений с помощью набора молекулярных параметров; владеть количественными молекулярными критериями поиска дискотических мезогенов.

Указанная дисциплина состоит из трёх разделов: Жидкие кристаллы, образованные дискоидными молекулами: теоретические аспекты; Прогнозирование возможности формирования колончатых мезофаз и дискоидной нематики различными классами органических соединений с помощью молекулярных параметров; Физико-химические свойства дискотических мезогенов, определяющие их использование.

Хотя класс дискотических мезогенных соединений установлен профессором Чандрасекаром сравнительно недавно [73], интерес к ним в последние десятилетия неуклонно возрастает как с теоретической точки зрения (для создания общей теории мезоморфного состояния), так и с все расширяющимся кругом их практического применения [74, 75]. Как подкласс дискотических мезогенов можно рассматривать звездообразные мезогены, поскольку они способны формировать колончатые мезофазы и обладают комплексом важных для практического применения свойств [76].

Дискотические мезогены, исходя из особенностей их молекулярного строения (центральное «ядро» и 4–8 периферийных заместителя), синтезируются двумя основными путями: дизайн ядра из фрагментов, содержащих концевые заместители, в целом составляющие периферию диска, и замещение исходного дискотического ядра. В целом используются классические методы тонкого органического синтеза. Особенностью синтеза указанных мезогенов является многостадийность и связанная с этим высокая требовательность к чистоте каждого из промежуточных полупродуктов, особенно если один из реагентов мезогенен. При сохранении в целевом продукте мезоморфного реагента последнее может дать ложный эффект наличия у синтезированного вещества жидкокристаллических свойств. Поэтому перекристаллизация как до хроматографической очистки, так и после неё является, безусловно, необходимым этапом получения дискотических мезогенов [77].

Поскольку синтез мезоморфных соединений в связи с их постоянно усложняющимся молекулярным строением требует больших временных и материальных затрат, актуальной проблемой является разработка дизайна мезогенных молекул с заданными параметрами как этапа, предшествующего их синтезу. Известно, что для отбора одного вещества с заданной функцией нужно испытать от 3 до 10 тысяч веществ [78]. Исходя из этого учебные разделы, связанные с синтезом мезогенных дискотических соединений, дополняются модулями, связанными с прогнозированием мезогенности дискотических молекул. При этом используется опыт, накопленный в НИИ наноматериалов ИвГУ по вопросам прогнозирования с помощью молекулярных параметров возможности формирования колончатых и дискотических нематических, в том числе хиральных мезофаз, соединениями с дискотической и звездообразной формой молекул [77, 79].

В ходе освоения магистрантами этого материала дается представление о трех главных факторах, необходимых для дизайна жидкокристаллических материалов с требуемым типом мезоморфизма: определенная геометрия молекулы, её химическое строение и способность к микросегрегации в надмолекулярных ансамблях [80].

Поскольку молекулярный уровень в большинстве случаев является первичным источником свойств соединений различных классов, многие исследователи шли по пути поиска количественных молекулярных пара-

метров (молекулярных дескрипторов), которые определяют их биологическую активность, физико-химические свойства, в том числе и фазовое состояние. Магистранты знакомятся с перечнем дескрипторов, получаемых на основе экспериментальных данных и на базе молекулярной структуры. Наиболее разработанными являются дескрипторы, связанные с прогнозированием биологической активности соединений. Исследования в этом направлении имеют полувековую историю [9], и за этот период было предложено более тысячи дескрипторов. С использованием эмпирических данных достигнуты хорошие результаты, касающиеся дескрипторов для прогнозирования мезоморфизма каламитных (стержнеобразных молекул). Они подкреплены различными теоретическими исследованиями (феноменологические модели Ландау–де Жена, микроскопические теории Майера–Заупе, Хамфри–Джеймса–Лакхурста и др.) [77].

В НИИ наноматериалов на основе большого массива экспериментальных данных по дискотическим мезогенным и немезогенным соединениям различного химического строения и молекулярного дизайна, проверенного последующим синтезом, созданы классификационные ряды молекулярных параметров для создания класса дискотических мезогенов и подкласса хиральных дискотических мезогенов [77, 81].

Разработанный программный модуль молекулярных параметров для дискотических мезогенов под названием ChemCard [82] позволяет получать результаты прогноза мезоморфизма, выполняемые Программой при сравнении значений представленных молекулярных параметров с ранее установленным числовым рядом.

Этот модуль используется для синтеза мезогенов с заданными свойствами, что отражено аспирантами и молодыми учеными не только ИВГУ, но и вузов, входящих в НОЦ «Жидкие кристаллы», в журнальных публикациях и диссертациях на соискание ученой степени кандидата наук [82]. В настоящее время завершается работа по созданию классификационного ряда для отдельных классов звездообразных соединений. В ходе этой работы создана база данных «Звездообразные дискотические соединения» [79] и выполняются научно-исследовательские работы в рамках образовательных программ «Физическая химия наноматериалов» (направление подготовки Химия, уровень магистратуры) и «Физическая химия» (направление подготовки Химические науки, уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Наряду с описанным выше прогнозированием мезоморфизма на основе молекулярных параметров в ходе подготовки по образовательной программе магистратуры обучающиеся знакомятся с молекулярно-динамическим моделированием надмолекулярной организации и фазового состояния потенциальных дискотических мезогенов. Исторически теоретические работы, описывающие свойства, надмолекулярную организацию и фазовые переходы у дискотических молекул, связаны с исследованиями Каца, Освальда, МакМиллана, Цыкало, Ченга и др. [77]. Компьютерный анализ твердых дисков на ранних этапах выполнялся для количества дисков  $10^2$ – $10^3$  с периодическими граничными условиями. А.Цыкало выполнял эксперименты, используя сплюснутые эллипсоиды вращения [83]. Исходя из предложенных моделей, ему удалось предсказать некоторые фазовые переходы у дискотических соединений, которые нашли свое подтверждение при синтезе некоторых из них. Однако в этом методе учитывалась только анизотропия формы дискотических молекул.

Большинство численных методов, развивавшихся в 90-е и в начале 2000 годов, требовало значительных вычислительных затрат, оперировало большим количеством эмпирических параметров и не учитывало особенностей молекулярного строения дискотических соединений. В развитие этих работ молодыми учеными и аспирантами НИИ наноматериалов были разработаны программы для ЭВМ [84, 85] и дополнен набор параметров приведенных в литературе силовых полей молекулярной механики, что позволило увеличить предсказательную способность метода молекулярной динамики при моделировании мезогенных соединений. При анализе на мезогенность сконструированных новых дискотических молекул были рассчитаны эффективные заряды атомов, дополнившие известные из литературы силовые поля и позволившие повысить точность результатов моделирования мезогенных соединений [86]. При этом было достигнуто хорошее согласие результатов моделирования с экспериментальными данными. Был разработан новый подход к описанию структуры систем с колончатой гексагональной упаковкой молекул, а перенос расчета межатомных взаимодействий на графические устройства позволил на порядок и более сократить время, затрачиваемое на вычисления [87].

Исторические аспекты развития компьютерных методов прогнозирования мезоморфизма и результаты современных исследований аспирантов и молодых ученых НИИ наноматериалов преподаются студентам-магистрантам в рамках образовательной программы «Физическая химия наноматериалов».

Третий этап подготовки (аспирантура) включает в себя учебную, научную и педагогическую деятельность в области физической химии жидкокристаллических соединений. Подготовка обучающихся проводится по направлению Химические науки, уровень подготовки кадров высшей квалификации (образовательная про-

грамма «Физическая химия») [88]. По указанной образовательной программе реализуется дисциплина «Методы исследования жидкокристаллических систем».

Целью дисциплины является освоение аспирантами методов исследования физических и физико-химических свойств жидких кристаллов для применения в условиях выполнения научной работы и педагогической деятельности.

Задачи дисциплины: углубление и расширение знаний о мезоморфном состоянии вещества и применение их на практике; углубление знаний о типах межмолекулярных взаимодействий в мезофазе, фазовых равновесиях в жидкокристаллических системах, физико-химических свойствах указанных систем; расширение представлений физической химии жидких кристаллов о современных методах исследования жидкокристаллических систем; усовершенствование умений и навыков для самостоятельного исследования свойств мезоморфных систем.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен владеть навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых химических исследований, планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов, представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности в определенной области химии; уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности химика экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования; знать современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в химической сфере деятельности; описывать тип мезофазы, термодинамику и текстурные характеристики жидкокристаллических веществ и их систем при фазовых переходах; экспериментально определять оптические, термодинамические, реологические и диэлектрические свойства жидкокристаллических веществ.

Дисциплина «Методы исследования жидкокристаллических систем» состоит из трех модулей: Мезоморфные свойства систем органических молекул; Физико-химические свойства жидкокристаллических систем; Методы исследования мезоморфных и физико-химических свойств жидкокристаллических систем; включает лекции (18 часов), семинары (18 часов), самостоятельную работу (72 часа); форма итогового контроля – зачет с оценкой.

Некоторые из аспирантов в рамках программ академической мобильности проходят научные стажировки в ведущих зарубежных университетах Кента (США), Галле, Штуттгарта, Байройта (Германия), Йорка (Великобритания) и др.

Студенты и аспиранты выполняют курсовые, дипломные, выпускные квалификационные работы по соответствующей тематике, используя имеющееся у ИвГУ и его партнеров научное оборудование. Результаты исследований студентов и аспирантов докладываются и обсуждаются на семинарах, проводимых Научно-образовательным центром «Жидкие кристаллы», на профильных конференциях ежегодных Фестивалей студентов, аспирантов, молодых ученых «Молодая наука в классическом университете». Обучающиеся активно участвуют в конкурсах памяти И.Г.Чистякова на лучшую студенческую работу в области жидких кристаллов. Кроме того, ИвГУ регулярно организует летние профильные школы молодых ученых.

Материалы исследований оформляются в виде диссертационных работ, статей аспирантов и молодых ученых ИвГУ, а также других вузов, входящих в НОЦ «Жидкие кристаллы», используются в лекционных курсах в рамках образовательных программ магистратуры и аспирантуры, а также публикуются в отечественных и зарубежных изданиях.

Совместно с Международным жидкокристаллическим обществом «Содружество» (Москва) с 2001 г. ИвГУ выпускает единственный в России и на постсоветском пространстве профильный журнал «Жидкие кристаллы и их практическое использование». С 2016 г. журнал вошел в базы данных Web of Science и Scopus.

Специалисты, которые заканчивают подготовку по описанной выше схеме, обладают не только набором определенных знаний и умений, но и высокой инновационной активностью. Это позволяет им быть востребованными на рынке труда не только в своей узкой области знаний, но и в смежных областях науки.

## **7. Преподавание органической химии в Самарском национальном исследовательском университете им. Академика С.П.Королева**

В последние два десятилетия, к сожалению, наблюдался монотонный спад успеваемости студентов химического факультета СамГУ (в настоящее время Самарский университет) по дисциплине органическая химия. Это было вызвано многими обстоятельствами, в частности, недостаточной школьной подготовкой и вытекающими

из этого низким интересом к предмету и неготовностью и нежеланием затрачивать большие умственные и организационные усилия для восполнения имеющихся пробелов в знаниях. Всё это в совокупности с некоторой самонадеянностью студентов приводило к недостаточной внутрисеместровой работе и, как следствие, к низким баллам на экзаменах. Однако введенная в последние несколько лет балльно-рейтинговая система (БРС), несмотря на первоначально сложившееся скептическое отношение к ней, показала много положительных моментов её использования в учебном процессе, и в частности, при изучении органической химии. БРС, разработанная на кафедре органической, биоорганической и медицинской химии Самарского университета, включает в себя учёт посещаемости лекций, семинарских и лабораторных занятий, работу на семинарских занятиях. Также в баллах оцениваются допуски к лабораторным работам, техника выполнения эксперимента, качество и своевременность оформления лабораторного журнала. По пятибалльной шкале выставляется оценка за результаты написанных контрольных работ и работу на коллоквиумах. Проведение экзамена по дисциплине «Органическая химия» также было решено дифференцировать с учетом психологических особенностей студентов, которые в праве выбрать форму сдачи экзамена – расширенное тестирование или сдача экзамена по билету (включающему 2 теоретических вопроса и 1 практическое задание, оцениваемые в баллах). В результате все баллы, полученные студентами в течение семестра, суммируются и объединяются с баллами, полученными на экзамене, что в итоге выливается в общую экзаменационную оценку. Результаты последних 5 лет показали достаточно высокую эффективность введенной БРС, позволившей поднять мотивационную составляющую учебного процесса и приведшей к более планомерной и систематической работе студентов в течение учебного семестра. Анализ успеваемости студентов III курса химического факультета по дисциплине «Органическая химия» по итогам зимней и летней экзаменационных сессий последних лет показал увеличение успеваемости в среднем на 25%.

Лекционный курс дисциплины «Органическая химия» является важнейшим элементом её изучения. Традиционный подход к построению лекционного курса, сложившийся в России, подразумевает в своей основе классовую систематизацию органических соединений, начиная с углеводов, далее рассматривая гомо-, а затем гетерофункциональные соединения. При этом теоретические основы органической химии и вопросы стереохимии рассматриваются внутри определенных классов. Во многих зарубежных странах, однако, построение лекционного курса базируется на других принципах, в основу которых положена систематизация на базе механизмов органических реакций.

В свое время на базе кафедры органической, биоорганической и медицинской химии Самарского университета была предпринята попытка изменить принцип построения лекционного курса, рассматривая органические соединения как структурные элементы в тех или иных типах органических реакций. Однако опыт вскоре показал неэффективность данной методологии в сравнении с классической, что выразилось в возросших затруднениях со стороны студентов при изучении органической химии. По этой причине было решено вернуться к классической схеме построения лекционного курса, а систематику на основе механизмов органических реакций оставить в качестве факультативной. Важным, на наш взгляд, моментом является рассмотрение теоретических основ органической химии не внутри отдельных классов, а в виде самостоятельного раздела в самом начале изучения данной дисциплины. Статистика последних лет показывает эффективность такого подхода, который заметно облегчает изучение и способствует более глубокому пониманию студентами органической химии.

Большое влияние на качество лекционного курса оказывает наглядность демонстрируемого материала. Безусловно, классический способ передачи химической информации при помощи «мела и доски» является по-своему уникальным и всегда будет занимать достойное место при аудиторном изучении органической химии. Однако использование презентаций, как показывает практика преподавания, имеет массу преимуществ, что указывает на необходимость сочетания классических способов передачи химической информации и современных мультимедийных технологий. К явным достоинствам последних относятся высокая степень наглядности рассматриваемого материала, значительная экономия времени лекционного курса и возможности передачи графического и видеоматериала каждому студенту в персональное пользование, что позволяет более рационально использовать время, отведенное на лекционные часы.

Органическая химия относится к теоретико-практическим дисциплинам, при этом доле практической составляющей в учебном процессе отводится значительное время. Считается общепринятым подход, при котором лабораторный практикум по органической химии подразделяют на два компонента – знакомство с основными методами очистки и идентификации органических соединений и синтетическую часть, посвященную изучению

базовых типов реакций органических веществ. Однако в последнее время все чаще вводится третья составляющая лабораторного практикума, при которой студенту предлагается не готовая синтетическая схема и, соответственно, методика получения известного соединения, а своего рода ситуационная задача, в которой студент сам выбирает наиболее оптимальный синтетический путь для получения конкретного соединения, или по известному синтетическому пути самостоятельно определяет строение неизвестного ему соединения по результатам изучения его физико-химических характеристик и полученным спектральным данным (как правило, ИК, УФ, а при возможности и ЯМР спектроскопии). Это, на наш взгляд, значительно повышает мотивацию студентов и вызывает повышенный интерес к изучению органической химии, так как способствует применению полученных теоретических знаний на практике.

Также важную роль в современном образовании играют информационно-коммуникационные технологии. В связи с этим на кафедре органической, биоорганической и медицинской химии Самарского университета ведется работа по созданию и применению электронных мультимедиа средств учебного назначения, позволяющих повысить эффективность и качество изучения органической химии и ряда других дисциплин. Комбинация средств гипертекста и мультимедиа позволяет использовать зрительную и звуковую, логическую и образную память, инициировать активность учащегося, организовать взаимосвязь между изучаемыми темами и более эффективно освоить учебный материал.

С использованием сетевых и кейс-технологий подготовлены и применяются в учебном процессе следующие пособия: «Органическая химия» – учебно-тренировочный курс на CD (локальная и сетевая версии); «Введение в органическую химию» – учебное мультимедиа пособие на CD; Web-учебник «Органическая химия» [89]; «Органическая химия (тесты)» – тестовые задания для проведения входного контроля и промежуточных контрольных работ по отдельным темам [90]; «Химические связи и взаимное влияние атомов в органических соединениях» – дистанционный учебный курс [91]; «Изомерия органических соединений» – дистанционный учебный курс [92]; «Галогенуглеводороды» – дистанционный учебный курс [93].

Мультимедийный учебно-тренировочный курс для старшеклассников «Органическая химия» Г.И.Дерябиной, Г.В.Кантарии создан для поддержки и сопровождения обучения химии в общеобразовательной школе и профильных колледжах. В нем в полном объеме представлен школьный курс органической химии с дополнительной учебной информацией, что позволяет вести обучение на разных уровнях (общеобразовательный и профильный).

К электронному курсу предлагается *приложение* – печатное пособие (в 6 частях), имеющее рекомендательный гриф УМО университетов РФ. Электронный учебно-тренировочный курс апробирован в реальном учебном процессе на уроках химии в МОУ средней школе № 124 г. Самары.

Мультимедийный учебно-тренировочный курс «Органическая химия» Г.И.Дерябиной, Г.В.Кантарии, О.Н.Нечаевой представляет собой расширенную и дополненную версию описанного выше продукта. Он предназначен студентам химических, химико-технологических, биологических и медико-фармацевтических специальностей вузов, проходящих обучение по программе бакалавриата. Содержание учебного курса соответствует рабочей программе дисциплины «Органическая химия» основной образовательной программы направления Химия.

Учебное мультимедиа пособие на CD «Введение в органическую химию» предназначено для индивидуальной самостоятельной работы студентов, начинающих изучение органической химии в вузе, может использоваться студентами химических, биологических и медицинских специальностей. Пособие состоит из 10 основных разделов, отражающих общие понятия и теоретические положения органической химии, усвоение которых способствует более осознанному изучению последующих разделов. Каждый раздел сопровождается набором тренировочных и контрольных заданий с анализом ошибок по текущему протоколу ответов. В ходе тренинга (в отличие от контроля) дана возможность обратиться к теоретическому материалу, посмотреть подсказку-решение и правильный ответ.

В качестве примеров, поясняющих смысл излагаемого материала, в ряде случаев рассматриваются важнейшие биоорганические объекты. В гиперссылках приведены необходимые опорные сведения из общей и физической химии. Представлена информация о выдающихся ученых, внесших значительный вклад в развитие органической химии.

Описанные электронные учебно-тренировочные курсы (ЭУТК) созданы на базе инструментальной среды HyperMedia (В.Ю.Лосев, Самарский университет) и представляют собой программные продукты, которые обеспечивают реальную поддержку образовательного процесса, позволяют с учетом условий обучения и специфики предметной области реализовать образовательную, воспитательную и развивающую функции естествен-

нонаучного образования. ЭУТК могут функционировать как локально в домашних условиях (локальная версия), так и в школьной или университетской сети со сбором результатов тестирования в журнал (сетевая версия).

Web-учебник «Органическая химия» Г.И.Дерябиной предназначен учащимся старших классов средней школы для информационно-коммуникационной поддержки изучения органической химии. Он также может быть полезен выпускникам учебных заведений для систематизации и углубления знаний при подготовке к единому государственному экзамену по химии, а также студентам, начинающим изучение органической химии в вузе, и преподавателям.

Мы предлагаем использовать web-учебник студентам в начале изучения курса «Органическая химия» для восстановления знаний, полученных в школе. Особенно полезен этот учебник нашим студентам специальности «Биология», у которых очень часто встречаются серьезные пробелы в школьной подготовке по химии. Эти пробелы связаны, на наш взгляд, с тем, что для поступления на биологический факультет не требуется сдавать экзамен по химии, и учащиеся уделяют этой дисциплине недостаточное внимание, особенно в старших классах, когда основной упор делается на подготовке к ЕГЭ по выбранным предметам.

Учебник состоит из 6 основных частей, которые содержат теоретические положения органической химии, а также сведения об основных классах органических и высокомолекулярных соединений, их роли в природе.

Отдельно стоит отметить часть VI «Решение задач», которая предназначена для освоения алгоритмов решения задач различных типов. Кроме типовых задач здесь содержатся задачи повышенной трудности, которые обычно предлагаются на конкурсах и олимпиадах. Каждый раздел учебника сопровождается набором упражнений для самоконтроля. Заключительная часть «Итоговое тестирование» содержит набор тестовых заданий по органической химии в формате, приближенном к ЕГЭ. В целом содержание учебника соответствует образовательному стандарту средней школы, а по глубине и обоснованию основных положений органической химии несколько выходит за его рамки.

Web-учебник содержит более 500 графических иллюстраций, 60 анимаций, 36 виртуальных моделей, 30 интерактивных flash-иллюстраций, 72 видеодемонстрации (лабораторные опыты, фрагменты научно-популярных фильмов), более 20 химических игр-тренажеров, свыше 150 контрольных вопросов, задач и упражнений, 270 тестовых заданий.

Ввиду разнообразия, наглядности и доступности изложения материалов в web-учебнике, а также благодаря простому доступу к необходимой информации, он пользуется большой популярностью: количество посетителей сайта за год (01.2016–01.2017) составило 1.19 млн. В поисковой системе google.ru ссылка на сайт учебника занимает первые позиции. Ссылки на web-учебник размещена в электронной библиотеке учебных материалов по химии химического факультета МГУ [94], на Федеральном портале «Единое окно доступа к информационным ресурсам» [95] и др. сайтах.

С целью расширения доступа студентов к учебным материалам и оперативной организации процесса обучения в онлайн-формате нами были созданы дистанционные курсы по отдельным разделам органической химии на базе системы дистанционного обучения Moodle\* с использованием инструментов iSpring,\*\* Hot Potatoes\*\*\* и других средств электронного обучения в Центре дистанционных образовательных технологий Самарского университета [96].

В основе предлагаемых учебных *on-line* курсов: логически обоснованная структура учебного материала; наглядность представления информации для активизации логической и образной, зрительной и звуковой памяти (графические иллюстрации, анимации циклические и управляемые, 3D модели для ПК, аудиокомментарии, видеофильмы); словари основных терминов и понятий (глоссарии); интерактивные упражнения и тематические игры; система контрольных вопросов и тестов; возможности для преподавателей (реализация различных сценариев учебной работы, использование средств контроля активности и успеваемости студентов, сбор статистики и организация балльно-рейтинговой системы); доступность курсов для различных устройств (персональные компьютеры, планшеты, смартфоны); применение как в индивидуальном режиме, так и при групповой работе в компьютерных классах.

\* *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* – модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда.

\*\* Редактор электронных курсов, позволяет быстро и без специальной подготовки разрабатывать профессиональные дистанционные курсы в PowerPoint, а также создавать видеолекции, тесты, опросы и многое другое.

\*\*\* Инструментальная программа – оболочка, предоставляющая возможность самостоятельно создавать интерактивные задания и тесты для контроля и самоконтроля учащихся без знания языков программирования и привлечения специалистов в области программирования.

В начале изучения курса органической химии студенты выполняют тесты входного контроля, разработанные на базе системы дистанционного обучения Moodle и входящие в состав дистанционного курса «Органическая химия (тесты)». Баллы, полученные за тест, не включаются в общий рейтинг по дисциплине, однако такое тестирование позволяет выявить пробелы в школьных знаниях и мотивировать учащихся на их устранение. По результатам тестирования студенты получают консультацию преподавателя, в ходе которой проводится анализ остаточных знаний, и рекомендации по работе с литературой и электронными учебными ресурсами.

Этот дистанционный курс также содержит варианты тестовых контрольных работ по темам «Стереохимия» и «Ароматические углеводороды».

Особое внимание уделяется теоретическим основам органической химии. Представления о природе химических связей и взаимном влиянии атомов в молекулах необходимы для понимания строения органических соединений и прогнозирования их свойств. На этих представлениях базируется изучение фактического и теоретического материала органической химии.

В текущем учебном году в период повышения квалификации по программе «Проектирование и создание электронных курсов в оболочке Moodle» на базе отдела дистанционных образовательных технологий Самарского университета нами подготовлен дистанционный учебный курс «Химические связи и взаимное влияние атомов в органических соединениях». Данный учебный курс адресован студентам специальности «Химия», но может быть полезен также студентам специальности «Биология» и других, изучающих органическую химию.

Материал каждого модуля курса структурирован в виде страниц теории, вопросов для самоконтроля, заданий для самостоятельной работы и дополнительных справочных материалов. Для наглядности, улучшения восприятия и запоминания информации в электронный курс включены иллюстрации, виртуальные модели и интерактивные анимации. Кроме того, с целью более глубокого изучения тем, представленных в данном курсе, можно воспользоваться дополнительными справочными материалами и ссылками на другие информационные ресурсы. Основу интерактивной части курса составляют форум, задания для самостоятельной работы, вопросы для самоконтроля и др. Особенностями курса является использование современных технологий создания мультимедийного и интерактивного контента и активных методов обучения. У студентов есть возможность обсуждать с преподавателем все возникающие вопросы не только в часы аудиторных занятий, но и в Форуме посредством системы личных сообщений.

Система контроля и оценки знаний обучающихся представлена в виде вопросов для самоконтроля, сопровождающих теоретический материал, и итогового теста, который проводится в часы лабораторного занятия в компьютерном классе.

Еще один разработанный нами дистанционный учебный курс – «Изомерия органических соединений». Данный курс предназначен студентам специальностей «Химия» и «Биология» для изучения явления изомерии как основной причины разнообразия и многочисленности органических соединений. В рамках курса рассматриваются различные виды структурных и пространственных (конфигурационных и конформационных) изомеров. Учебный материал содержит наглядные графические иллюстрации, аудио-комментарии, видеофильмы, 3D-модели, интерактивные задания и тематические игры. В состав лекций включены контрольные вопросы для самопроверки знаний. Даны ссылки на важнейшие по данной теме интернет-ресурсы. Основные термины представлены в глоссарии. Учебная работа также завершается итоговым тестированием.

Дистанционный учебный курс «Галогеноуглеводороды» предназначен студентам университетов специальностей «Биология» и «Химия» для изучения химии галогенопроизводных углеводородов – одного из важнейших разделов курса «Органическая химия». В дистанционном курсе предусмотрены различные формы учебной работы, позволяющие активизировать учебную деятельность студентов.

В состав курса «Галогеноуглеводороды» входят лекции (занятия) по темам: общая характеристика галогеноуглеводородов (классификация, номенклатура, изомерия); основные реакции соединений данного класса с рассмотрением их механизмов; способы получения и области применения. Предлагаемые лекции включают страницы теории и вопросы для самоконтроля. Теоретический материал сопровождается графическими иллюстрациями, анимациями, виртуальными моделями и видеофильмами. Даны ссылки на образовательные Интернет-ресурсы, составлен глоссарий, содержащий определения основных терминов.

В данном дистанционном курсе использованы различные формы контроля. Для осуществления промежуточного контроля каждая тема курса разделена на небольшие разделы, после которых следует 2–5 контрольных вопросов. По каждой теме студентам предлагается домашнее задание, позволяющее закрепить изученный материал, а также упражнения в формате Hot Potatoes. Итоговый контроль проводится в виде тестирования. Разработаны итоговые тесты с учетом трёх уровней усвоения учебного материала (знакомство, воспроизведе-



ние, применение). В ходе ответов на вопросы промежуточного контроля, выполнения заданий и решения тестов студенты набирают баллы рейтинга, по которым затем выставляется общая оценка за изучение данного курса. Баллы, полученные учащимися при работе с перечисленными дистанционными курсами, учитываются в общем рейтинге по органической химии.

Описанные электронные курсы могут применяться преподавателями при подготовке к занятиям как источник демонстрационных материалов, для проведения контрольных работ и зачетов, анализа успеваемости учащихся. С дистанционными учебными курсами можно ознакомиться по адресу: <http://do.ssau.ru/moodle/course/index.php?categoryid=100>.

Следующим наиважнейшим моментом при изучении органической химии является выполнение курсовых работ в конце изучения данной дисциплины. При этом на студента возлагается определенная ответственность, которая вырабатывает навык самостоятельной экспериментальной научной деятельности. Важным моментом здесь также является приобщение студента не только к учебной, но и к научной литературе, формируется навык литературного поиска, обработки, анализа и обобщения полученной информации из монографий, обзоров, статей и реферативных изданий. Крайне актуальным в настоящее время является умение студента, изучающего органическую химию, осуществлять информационный поиск с привлечением современных компьютерных технологий и баз данных, например, Reaxys, Elsevier и др. Указанные базы данных являются платными и, к сожалению, не каждый университет в состоянии регулярно осуществлять подписку, но это требование времени, и экономия на информационных ресурсах может крайне отрицательно отразиться на качестве подготовки будущих специалистов-химиков.

При выполнении курсовых, дипломных и магистерских работ используются различные компьютерные программы рисования, визуализации и расчета свойств химических структур, механизмов органических реакций. В течение многих лет их использование доказало свою эффективность для повышения уровня всего учебного процесса (бакалавриат, специалитет, магистратура) и усвоения изучаемого материала.

Из программ рисования химических структур наиболее широко используются бесплатные программы ISIS/Draw 2.4 или 2.5 [97] и ACD/ChemSketch Freeware 201x и новее [98]. Достоинства программы ISIS/Draw – простота ее освоения и нетребовательность к аппаратным ресурсам компьютера. Ее недостатки – сниженная функциональность, не позволяющая рисовать сложные структуры молекул, ионов, радикалов с использованием соответствующих обозначений и невозможность трехмерной оптимизации созданных структур. Возникают также проблемы обмена данных с другими программами при работе в ОС Windows Vista/7/8/10. Эти недостатки отсутствуют в программе ACD/ChemSketch Freeware 201x, кроме того, в ней имеются шаблоны для химической посуды и лабораторного оборудования, что делает ее по-настоящему универсальной программой для рисования в области химии.

Для рисования трехмерных химических структур используется бесплатная программа Avogadro 1.x, которая позволяет не только создавать трехмерные структуры, но и оптимизировать их конформации в различных молекулярно-механических силовых полях, включая нахождение самой устойчивой конформации для заданной структуры [99]. Полученные структуры могут быть использованы для расчетов в других квантово-химических программах, например GAMESS/FireFly.

Исключительно эффективной для работы со сложными структурами белков, нуклеиновых кислот и их комплексов оказалась бесплатная программа Discovery Studio Visualizer 3.x, которая позволяет работать с соответствующими PDB-файлами, полученными из Protein Data Bank [100], и другими форматами для малых органических молекул. Ее разнообразные возможности визуализации молекулярных структур позволяют не только создавать трехмерные структуры и сохранять их в виде рисунков, но и использовать эти структуры для размещения на веб-сайтах, благодаря использованию соответствующего плагина (Discovery Studio ActiveX Control) для интернет-браузеров в среде Windows.

Использование бесплатной программы Jmol [101], которая может работать как самостоятельное приложение при установленной на компьютере Java-машине, особенно эффективно при визуализации расчетов в файлах таких программ, как GAUSSIAN, SPARTAN, GAMESS/FireFly и ряда других. Эта программа позволяет также визуализировать данные расчетов при размещении их на веб-сайтах.

Особого рассмотрения заслуживает программный пакет SCIGRESS Suite 3.x, который является одним из наиболее удачных для использования в учебном процессе благодаря тому, что его разработчики создали интегрированный программный продукт для моделирования во всех основных областях химии – от неорганической до биомедицинской. Он объединяет ранее отдельно выпускавшиеся программы Scigress Explorer и Materials

Explorer. При приобретении дополнительной лицензии на модуль Materials Explorer возможно моделирование различных свойств материалов, включая взаимодействия в газообразной, жидкой и твердой фазах, а также на границах раздела фаз [102].

Возможности программного пакета SCIGRESS Suite 3.x позволяют проводить все основные расчеты свойств исследуемых химических структур, включая и те свойства, которые отсутствуют в ряде других программных продуктов (SPARTAN, GAUSSIAN и др.) – например, расчет поверхностей молекул для электрофильной, нуклеофильной и радикальной восприимчивостей. Единая интегрированная среда для рисования структур, их расчета и визуализации полученных результатов делает работу с этим программным пакетом максимально удобной, практически нет необходимости пользоваться какими-либо дополнительными программами. К достоинствам пакета можно отнести возможность детального редактирования структур белков и нуклеиновых кислот, что позволяет проводить корректно последующие расчеты при решении различных задач биомедицинской химии, имеется модуль MOZYME для полуэмпирического расчета структур ферментов с различными субстратами и ингибиторами. Все результаты расчетов записываются в файлы, что позволяет их анализировать в любой момент, без повторного запуска расчетов. Вследствие универсальности программного пакета у него имеются и недостатки, например, отсутствуют базисы для неэмпирических расчетов, есть только молекулярно-механические, полуэмпирические и DFT-методы, выбор DFT-методов сильно ограничен. Однако в целом программный пакет SCIGRESS Suite 3.x очень удобен для исследования студентами химических структур и реакций методами компьютерной химии.

Для прогнозирования спектра биологической активности органических веществ постоянно используется программа PASS Professional 2007, позволяющая прогнозировать фармакологическую активность, токсичность, механизмы действия и метаболизм самых различных соединений, как известных, так и вновь синтезированных [103]. Вероятность достоверного прогноза может достигать до 85%, что позволяет определять направления дальнейших исследований биологической активности у синтезированных соединений. К сожалению, программа не учитывает асимметричность атомов углерода в структурах веществ, поэтому для энантиомеров и диастереомеров результаты прогнозирования спектра биологической активности будут одинаковыми.

Другим важным аспектом изучения дисциплины «Органическая химия» является прохождение студентами летней практики. Кафедра органической, биоорганической и медицинской химии Самарского университета многие годы тесно сотрудничает с различными предприятиями Самары и Самарской области, предоставляющими свои площади студентам-химикам для прохождения практики. В качестве примеров можно привести АО «Гипростокнефть», НПО «Труба», Институт экологии Волжского бассейна, Самарский институт гигиены, акционерное общество «Новокуйбышевская нефтехимическая компания», ПАО «АвтоВАЗ», ОАО «Самарский жиркомбинат», РКЦ «Прогресс» и др. Прохождение летней практики на указанных предприятиях позволяет студентам убедиться в актуальности полученных ими знаний в стенах академических аудиторий, увидеть реальные процессы и аппараты, которые ранее рассматривались лишь на доске и бумаге. Проводимый после прохождения практики опрос и анкетирование студентов дает нам право утверждать о важности этой составляющей учебного процесса при изучении органической химии, которая повышает мотивацию студентов к углублению полученных знаний и дополнительно убеждает их в правильности своего профессионального выбора.

## **8. Преподавание органической химии в Северо-Кавказском федеральном университете. Достижения и проблемы**

Органическая химия в Северо-Кавказском федеральном университете уходит корнями в школу химиков-органиков, созданную в 20-е годы XX века в МХТИ им. Д.И.Менделеева. В Ставрополе она начала формироваться в 1994 г., когда после окончания аспирантуры на кафедре органической химии Российского химико-технологического университета им. Д.И.Менделеева А.В.Аксенов приступил к работе в Ставропольском государственном педагогическом университете (в настоящее время – Северо-Кавказский федеральный университет) и создал первую научную лабораторию органической химии. С этого момента можно начинать отсчет этапа формирования химического образования в Ставрополе. Преподавание органической химии осуществлялось на уровне подготовки учителей для школы, в рамках школьного курса с демонстрацией лабораторных опытов преподавателем.

А.В.Аксенов, создав научную лабораторию, привлек студентов к научным исследованиям, продолжив изучение бихинолинов, которое было начато им в период обучения в аспирантуре в начале 90-х годов в Российском химико-технологическом университете им. Д.И.Менделеева [104, 105].

Разработка новых учебных планов осуществлялась исходя из того принципа, что в какой бы области ни работал современный химик-исследователь, знание органической химии составляет важнейшую часть его образования. Ключевой частью преподавания базового курса органической химии наряду с построением лекционного курса на основе современных представлений о механизмах органических реакций стал полноценный практикум. В первую очередь, в учебном плане лабораторные работы по органической химии были запланированы как шестичасовые занятия. Несмотря на то, что студенты уже освоили курс неорганической химии, они практически не имеют никаких навыков работы в лаборатории. Вместе с тем перед кафедрой стоит задача в сравнительно короткий срок (120 часов) научить студента технике лабораторной работы, методам выделения и очистки органических соединений, простейшим методам идентификации и характеристики получаемых веществ и познакомить с наиболее часто применяемыми синтетическими методами путем синтеза нескольких препаратов. Эти обстоятельства потребовали уточнения условий проведения синтезов, взятых из известных руководств А.Хасснера, Л.Гаттермана и Г.Виланда, Н.Д.Прянишникова, Ю.К.Юрьева, А.Е.Агронома и Ю.С.Шабарова, А.Ф.Пожарского и др. При этом особое внимание уделялось описанию сборки приборов и мерам безопасности. «Синтезам» предшествуют три учебные работы по наиболее важным методам очистки и идентификации органических соединений: перегонка и определение физических констант (т.кип. и  $n_D$ ) неизвестного вещества; перекристаллизация неизвестного вещества до постоянной температуры плавления и установление его идентичности с одним из двух образцов путем определения температуры плавления смешанной пробы; качественный анализ смеси веществ методом тонкослойной хроматографии.

При постановке последней задачи мы стремились приблизить ее по характеру к тем задачам, которые постоянно приходится решать в исследовательской синтетической работе. Поэтому в ряде синтезов студенту предлагается проводить контроль протекания реакций и определять степень чистоты получаемого вещества методом ТСХ. С другими методами выделения и очистки органических веществ студент знакомится в процессе выполнения синтезов. По каждому синтетическому методу предлагается не менее 14 работ, что дает возможность преподавателю составить для всех студентов группы индивидуальные программы, а также подобрать синтезы, исходя из имеющихся в наличии реактивов и посуды. После выполнения трех работ и получения 4–5 препаратов по детально описанным методикам студенту предлагается сделать 2–3 синтеза по «аналогичной» методике.

Применяя теоретические знания по органической химии, а именно сравнивая реакционную способность вводимых в реакцию соединений с соединениями, для которых приведена методика синтеза, студент должен внести соответствующие изменения в условия проведения реакции (обсудив их с преподавателем) и правильно выбрать способ выделения и очистки получаемого соединения.

Приобретаемые в ходе выполнения практикума навыки подготавливают студента к выполнению курсовой работы – 3–5-стадийного синтеза, для которого студент на основании общей схемы синтеза самостоятельно подбирает методики, производит расчет загрузки, выбирает нужный прибор и условия реакции, способ выделения и очистки, добиваясь хорошего выхода на каждой стадии и качества продукта.

Освоение методов синтеза, выделения, очистки и идентификации органических соединений позволило начать подготовку специалистов-химиков, владеющих всеми необходимыми навыками в различных областях (синтез, анализ и т.д.).

Наряду с преобразованием преподавания базового курса органической химии в учебный план вводились дисциплины специализации, которые формировали углубленные знания специалистов в области органической химии: «Теоретические основы органической химии», «Реагенты и методы органического синтеза», «Химия гетероциклических соединений», «Спецпрактикум по химии гетероциклических соединений», «Методы исследования механизмов органических реакций», «Стратегия и тактика химического синтеза», «Комплексы переходных металлов в катализе органических реакций», «Планирование синтеза органических соединений» и т.д.

Хотелось бы остановиться на некоторых дисциплинах, которые реализуются в Северо-Кавказском федеральном университете при подготовке химиков-органиков.

«Планирование синтеза органических соединений». Основной задачей органической химии является синтез тех или иных соединений с заданной структурой. Очевидно, что возможно существование огромного множества органических соединений, различающихся числом и порядком связи атомов, входящих в состав молекулы, топологией и пространственным (трехмерным) строением молекулы. Естественно, что создание данной моле-

кулы из нескольких простых фрагментов в одну стадию – задача нереальная. Поэтому перед химиком-синтетиком постоянно возникают задачи планирования многостадийных синтезов.

Органический синтез – раздел органической химии, в котором рассматриваются пути и методы искусственного создания органического соединения в лаборатории и промышленных масштабах, широко применим в лабораторных условиях (главным образом для исследовательских целей) и в промышленности. А планирование органического синтеза – это выбор оптимального пути получения соединения с заданной структурой и свойствами. При этом для решения поставленной задачи необходимо решать определенные трудности, связанные с доступностью и стоимостью (что особенно важно с точки зрения экономической целесообразности синтеза) исходных соединений, выходом целевой молекулы. Как правило, синтез сложных органических молекул протекает через несколько стадий, что зачастую приводит к резкому снижению выхода.

Осуществление органического синтеза сопряжено с решением двух основных вопросов: разработка общего плана синтеза, т.е. выбор оптимальных исходных соединений и последовательности стадий, ведущих кратчайшим путем к целевому продукту (стратегия синтеза); выбор (или разработка новых) синтетических методов, обеспечивающих возможность построения необходимой связи в определенном месте собираемой молекулы (тактика синтеза). Основное внимание курса «Планирование синтеза органических соединений» сосредоточено на стратегиях ретросинтетического анализа не только потому, что их знание существенно при планировании синтеза, но также и потому, что именно знание стратегий позволяет на более высоком уровне понимания оценивать возможности и пути синтеза сложных химических соединений. Кроме того, значительное внимание уделяется конкретному выполнению определенных синтетических стадий. В ходе изучения курса в качестве иллюстраций студенту предлагается рассмотреть ряд классических синтезов, выполненных такими выдающимися синтетиками, как Э.Кори, Р.Вудворд, Б.Шарплесс и др., что позволит оценить красоту синтетической химии. В теоретической части курса рассматриваются методы получения органических соединений. Большое внимание уделяется изучению механизмов реакций, а также решению вопросов о возможных побочных процессах и о мерах их предотвращения. Теоретические сведения закрепляются при выполнении синтезов. Сочетание практической работы с теоретическим обоснованием позволяет студентам сознательно выполнять работу.

*«Реагенты и методы химического синтеза».* Современные методы органического синтеза поистине уникальны и заслуживают быть представленными в отдельных курсах лекций. Во вводной части курса рассматриваются представления об органическом синтезе как одной из важнейших и динамически развивающихся областей химии. Центральный раздел курса посвящен методам построения углеродного остова молекулы органического соединения. Большое внимание уделяется как теоретическим аспектам, так и конкретным примерам использования отдельных реагентов и методов в синтезе. Содержание курса ориентировано на получение и последующее применение студентами ключевых представлений и методологических подходов, направленных на успешное решение задач органического синтеза.

*«Стереохимия органических соединений».* При прохождении курса у студентов формируются и расширяются первоначальные знания об особенностях строения органических соединений и закономерностях химических превращений, обусловленных строением молекул. Последовательность изложения материала построена по классической схеме: сначала рассматриваются основные элементы симметрии, дается определение хиральности и оптической активности, вводится понятие конфигурации, затем изучаются основы конформационного анализа и взаимосвязь химической активности и направления химической реакции с конформацией и конфигурацией молекулы. Для закрепления полученных знаний будут предложены различные задачи и упражнения. Задачи изучаемой дисциплины – изложение основных элементов стереохимии, формирование у студентов пространственного мышления, формирование понятия зависимости результата химической реакции от строения молекулы.

Основная цель курса – развитие пространственного химического мышления на основе системного подхода и современных достижений теоретической и экспериментальной химии. Общенаучное значение данного курса заключается в том, что стереохимические подходы, безусловно, необходимы для понимания механизмов химических реакций и широко применяются в органическом синтезе и для получения веществ с заданными свойствами. Кроме того, знание конфигурации и конформационный анализ помогают в понимании действия лекарственных препаратов и широко используются в медицине, фармакологии, биохимии и других естественных науках.

Основная задача курса «Химия гетероциклических соединений» – познакомить студентов с этой быстро развивающейся в настоящее время областью органической химии. Основное внимание уделяется изучению методов синтеза гетероциклических соединений, особенностям их строения и реакционной способности различных классов гетероциклических систем. При прохождении курса у студентов формируются и расширяются первоначальные знания об особенностях строения гетероциклических соединений и закономерностях химических превращений, обусловленных строением молекул. На основе изучения курса «Химия гетероциклических соединений» студенты получают представление о многообразии гетероциклических соединений, их широком распространении в природе, создании на основе различных гетероциклических соединений лекарственных препаратов и биологически активных веществ.

«Основы фармацевтической химии». Фармацевтическая химия – наука, изучающая физические и химические свойства лекарственных веществ, их строение, связь между строением и действием на организм, способы получения лекарственных средств. В процессе изучения лекарственных веществ фармацевтическая химия руководствуется основными законами общей химии и смежных биологических и медицинских наук (ботаники, зоологии, физиологии, биохимии, микробиологии и т.д.), а также законами и правилами математики, физики, кристаллографии, минералогии, химической технологии и других наук. Для лучшего условия и важного для объема материала, изучаемого в фармацевтической химии, необходимы хорошие знания основных законов и положений органической химии. В задачу фармацевтической химии входит изучение связи между химическим составом лекарственных веществ и их действием на организм. Действие лекарственных веществ зависит как от входящих в его состав элементов, так и от расположения и формы сочетания этих элементов в молекуле лекарственного вещества.

Не менее важной задачей, стоящей перед фармацевтической химией, является изучение природных соединений, обладающих высокой биологической активностью. Природные соединения представляют очень разнообразную и сравнительно мало изученную группу веществ, имеющих нередко весьма сложное строение. Изучение природных соединений, установление структуры их молекул и изучение механизма действия на организм значительно расширяют наши представления о характере связи между строением и действием веществ и позволяют более направленно создать (синтезировать) новые лекарственные вещества, обладающие меньшей токсичностью и большей терапевтической активностью, чем существующие.

С переходом на многоуровневую систему подготовки химиков (бакалавры, магистры) и принятием новых образовательных стандартов перед коллективом кафедры встала проблема сохранения достигнутого уровня подготовки химиков уже на стадии бакалавриата, поскольку сокращение аудиторной нагрузки стало одной из проблем организации учебного процесса. Практически без сокращений был сохранен базовый курс органической химии, а также основные дисциплины специализации. Большую роль сыграло методическое обеспечение, в частности задания для самостоятельной работы студентов, а также самоотверженность сотрудников, которые, несмотря на фактическое отсутствие нагрузки, продолжали консультировать студентов.

Подготовка современных специалистов в области органической химии невозможна без наличия современной приборной базы. В настоящее время на кафедре химии Северо-Кавказского федерального университета имеются все необходимые приборы для установления строения и идентификации органических соединений. Это спектрометр ЯМР, квадрупольный масс-спектрометр, газовый хромато-масс-спектрометр, времяпролетный масс-спектрометр, оптический эмиссионный спектрометр параллельного действия с индуктивно-связанной плазмой с радиальным и аксиальным обзором плазмы, лабораторная микроволновая система для подготовки проб, ИК Фурье спектрофотометр с программой для обработки спектров, рентгеновский монокристалльный дифрактометр, лазерный эллипсомер фотоэлектрический.

Наличие современной приборной базы позволяет проводить полноценную подготовку студентов как уровня бакалавриата, так и магистров и аспирантов по дисциплинам «Физические методы исследования», «Спектральные методы исследования органических соединений». Одной из важнейших задач подготовки студентов по университетской программе органической химии является обучение проведению научных исследований в различных направлениях специализации. Цель преподавания курса физических методов исследования (инструментального анализа) в органической химии – объяснить студенту принципиальные основы, обучить практическим возможностям физических методов исследования, научить достоверно интерпретировать и грамотно оценивать экспериментальные данные, познакомить с публикациями по этой теме в научной литературе. Студент должен научиться выбирать оптимальные методы анализа для решения поставленных задач, делать заключение по результатам физико-химического анализа и уметь сопоставлять и сравнивать полученные экспериментальные данные. В преподаваемых на кафедре химии дисциплинах значительное внимание уделяется подробному

и глубокому изучению современных широко применяемых в химии оптических, резонансных и масс-спектральных методов исследования.

Развитие образовательного процесса сопровождалось формированием кадрового потенциала. В 1999 г. под руководством А.В.Аксенова защищена первая диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности органическая химия (соискатель И.В.Аксенова), а в 2001 г. первая докторская диссертация (А.В.Аксенов) по этой специальности. Появилась аспирантура по органической химии, первой защитившейся аспиранткой была Н.В.Демидова. В настоящее время костяк кафедры составляют ученики профессора А.В.Аксенова профессора И.В.Аксенова и В.И.Гончаров, доценты Н.А.Аксенов, Н.В.Демидова, О.П.Демидов, И.В.Маликова, Д.А.Лобач, О.П.Надеин, С.В.Щербаков, А.Е.Цысь, О.Е.Самсонова и др. За последние годы разработаны и изданы 17 учебных пособий, среди них 4 с грифом УМО по медицинскому и фармацевтическому образованию. Начиная с 1999 г. подготовлено 5 докторов и 32 кандидата химических наук.

Одним из элементов образования является академическая мобильность, возможность приглашения лекторов. В полной мере это реализуется на кафедре химии Северо-Кавказского федерального университета. В течение ряда лет продолжается период тесного сотрудничества между научными группами профессора А.В.Аксенова и доцента Канзасского университета (США) М.А.Рубина. Кроме продуктивного обмена идеями, данными и материалами студенты и сотрудники кафедры получили возможность прохождения стажировки на базе Канзасского университета. В качестве лекторов были приглашены профессор Александр Корниенко (Нью-Мехико, США), профессор Валерий Фокин (институт Скриппса, США), профессор Иварс Калвиньш (институт органического синтеза Латвии). Открытый характер лекций, а также проведение круглого стола с преподавателями кафедры химии способствуют повышению квалификации преподавателей кафедры и их интеграции в международное образовательное пространство.

Неотъемлемой частью образовательного процесса химиков-органиков является научная работа во всех формах. На кафедре постоянно совершенствуются формы и методы организации научно-исследовательской работы студентов, что обеспечивает неразрывность процессов обучения и освоения навыков выполнения научных исследований, развитие творческих способностей. Это выражается в постоянной работе студенческой научной группы, из которой ежегодно выпускники поступают в аспирантуру, студенты активно участвуют в научных конференциях различного уровня. Студенты участвуют в выполнении грантов. Подготовка выпускных квалификационных работ проводится в лабораториях по тематикам, соответствующим направлениям исследований ведущих преподавателей. Поддерживается активная связь со многими вузами (РХТУ им. Д.И.Менделеева, МГУ им. М.В.Ломоносова, РУДН и др.).

Огромное внимание кафедрой химии уделяется подготовке абитуриентов. На базе кафедры с 2011 г. ежегодно организуются и проводятся олимпиады по химии различного уровня: Всероссийская олимпиада школьников по химии на базе СКФУ (муниципальный и региональный этапы) и Олимпиада по химии СКФУ, включённая в перечень РСОШ на базе университета.

В рамках олимпиад школьников по химии преподавателями кафедры проводятся научно-практические методические конференции для учителей школ по вопросам методики преподавания химии (углубленный курс).

Преподаватели кафедры химии участвуют в различных мероприятиях по подготовке и консультированию как школьников, так и учителей к сдаче ЕГЭ по химии: пробный ЕГЭ по химии на базе кафедры, Вебинары, проводимые СКФУ в рамках подготовки к сдаче ЕГЭ по химии школьников Северо-Кавказского региона. Выпускники кафедры возглавляют предприятия и занимают руководящие должности в различных сферах образовательных учреждениях города и края.

Таким образом, кафедра химии Северо-Кавказского федерального университета обладает всеми необходимыми составляющими для подготовки химиков-органиков высокого класса: кадровым потенциалом, приборной базой, опытом работы, имеющимися научными достижениями, несмотря на небольшой срок развития этого направления в университете (всего 20 с небольшим лет).

## **9. Студенческие олимпиады по органической химии как формы контроля качества подготовки студентов Казанского национального исследовательского технологического университета**

Традиционным способом выявления талантливой молодежи среди студентов и оценки уровня их подготовленности являются предметные олимпиады по дисциплинам, изучаемым в высшей школе. В Казанском национальном исследовательском технологическом университете, так же как и в ряде других вузов страны,

проводятся студенческие олимпиады различных уровней по дисциплинам, изучаемым в университете. На протяжении десяти лет в КНИТУ проводились Всероссийские олимпиады по органической химии для студентов технологических и технических вузов [106]. География этих олимпиад распространялась от Красноярска и Якутска на востоке до Санкт-Петербурга на западе и от Архангельска на севере до Дагестана на юге. Опыт проведения Всероссийских студенческих олимпиад по органической химии позволил выделить их особенности: наличие заданий, основанных на результатах современных исследований российских ученых, в том числе принадлежащих Казанской химической школе; наличие экспериментального тура.

Следует принять во внимание тот факт, что многие студенческие олимпиады проводятся без экспериментального тура, отсутствие которого может быть вызвано характером учебной дисциплины (высшая математика, теоретическая механика и т.п.). Характер химической науки подразумевает наличие экспериментального тура, проведение которого связано с рядом проблем, среди которых необходимость наличия соответствующей материальной базы (лаборатории, реактивов, оборудования) и штата учебно-вспомогательного персонала, принимающего участие в подготовке и проведении этого тура; необходимость обеспечения условий, гарантирующих сохранение здоровья участников олимпиады, имеющих различный уровень экспериментальной подготовки. Решить перечисленные проблемы позволяет многолетний опыт, приобретенный кафедрой органической химии КНИТУ при организации и проведении экспериментального тура республиканских химических олимпиад школьников. Большинство преподавателей кафедры являются членами жюри республиканских олимпиад разных лет, а учебно-вспомогательный персонал кафедры квалифицированно подготавливает лаборатории для проведения эксперимента с участием большого количества школьников или студентов.

Председателем жюри является директор Института органической и физической химии им. А.Е.Арбузова зав. каф. ОХ КНИТУ академик РАН О.Г.Синяшин. В состав жюри входили членкор РАН, заведующий кафедрой органической химии Приволжского федерального университета И.С.Антипин, доктора наук, руководители исследовательских групп, проводящих исследования в различных областях органической химии.

Так как студенты различных вузов, принимающие участие в олимпиадах, находятся в одинаковых условиях, олимпиады можно назвать объективной формой контроля качества образования. Результаты, показанные студентами различных вузов за все время проведения олимпиад, представленные на графике (рис. 9.1), позволяют провести сравнение качества обучения органической химии в технологических вузах РФ.

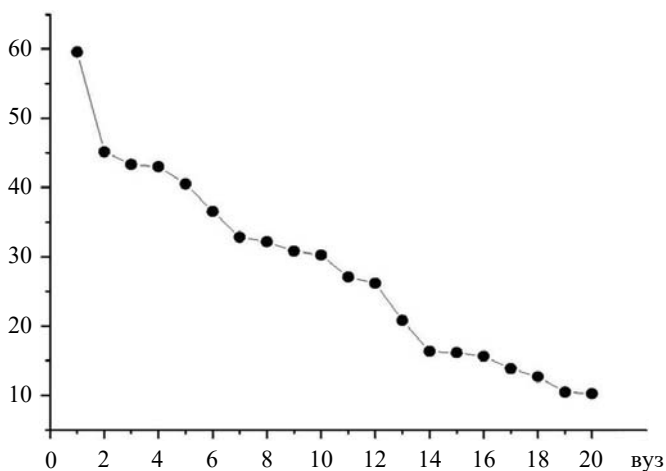


Рис. 9.1. Средние значения общего балла по вузам: 1 – РХТУ, 2 – КНИТУ, 3 – Российский государственный университет нефти и газа им. И.М.Губкина, 4 – АТХТ, 5 – Самарский ГТУ, 6 – Волгоградский ГТУ, 7 – Уфимский ГНТУ, 8 – Сибирский федеральный университет, 9 – Томский ПУ, 10 – ЯРГТУ, 11 – Пермский национальный исследовательский ПУ, 12 – Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М.Кирова, 13 – НХТИ, 14 – Дагестанский ГТУ, 15 – Тверской ГТУ, 16 – Курский ГУ, 17 – Тюменский ГНТУ, 18 – АРКФУ, 19 – КНИТУ (Бугульминский филиал), 20 – Воронежский ГУИТ.

На графике (рис. 9.1) отслеживаются два массива вузов с примерно одинаковым уровнем подготовки, из общего числа выпадает Российский химико-технологический университет. Успехи, достигнутые большинством студентов, в решении заданий теоретического и экспериментального туров свидетельствуют о том, что рабочие программы базовой и вариативной частей дисциплины органическая химия выстроены логично.

Содержание задач теоретического тура охватывает свойства соединений различных рядов и классов, поэтому студенты должны были установить взаимосвязь между различными типами реакций и их механизмами. До-

биться успеха в решении задач подобного типа можно лишь при условии соответствия методики преподавания дисциплины содержанию рабочей программы, которая является практически одинаковой для всех вузов, осуществляющих подготовку по направлению «Химическая технология».

Обобщенные итоги теоретического и экспериментального туров за все время проведения олимпиад представлены графически (рис. 9.2). Зависимость построена с учетом суммы баллов, полученных за решение задач теоретического тура, которые набраны студентами данного вуза по всем олимпиадам, в которых участвовал этот вуз, в пересчете на одного студента. Соответственно, представленные на графике относительные средние значения в баллах могут быть рассмотрены как показатель качества теоретической и экспериментальной подготовки студентов различных вузов.

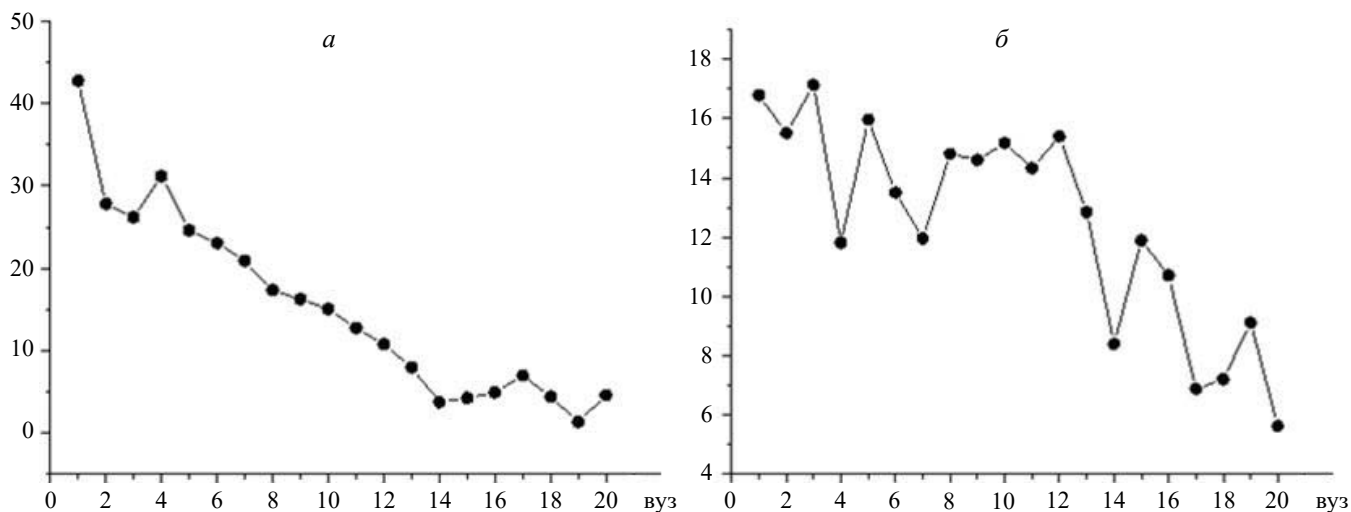


Рис. 9.2. Средние значения результатов теоретического (а) и экспериментального (б) тура по вузам: 1 – РХТУ, 2 – КНИТУ, 3 – Российский государственный университет нефти и газа им. И.М.Губкина, 4 – АТХТ, 5 – Самарский ГТУ, 6 – Волгоградский ГТУ, 7 – Уфимский ГНТУ, 8 – Сибирский федеральный университет, 9 – Томский ПУ, 10 – ЯРГТУ, 11 – Пермский национальный исследовательский ПУ, 12 – Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М.Кирова, 13 – НХТИ, 14 – Дагестанский ГТУ, 15 – Тверской ГТУ, 16 – Курский ГУ, 17 – Тюменский ГНТУ, 18 – АРКФУ, 19 – КНИТУ (Бугульминский филиал), 20 – Воронежский ГУИТ.

Вид графиков позволяет сказать, что теорию студенты знают лучше, чем выполняют эксперимент. Таким образом, на качественном уровне *знаниевая компонента профессиональной компетентности, отражаемая результатами теоретического тура, сформирована более полно, чем операционная, деятельностная, проявляющаяся в ходе экспериментальной работы.*

*Участие в олимпиадах по органической химии повышает мотивацию студентов к освоению дисциплины органическая химия и смежных с ней наук.* Об этом свидетельствуют следующие примеры: студентка Национального исследовательского Томского политехнического университета Н.С.Солдатова за четыре олимпиады поднялась с 15 на 3 место; студентка КНИТУ А.О.Исаева за две олимпиады поднялась с 6 на 1 место; студент РХТУ М.Н.Коверда участвовал в четырех олимпиадах, занимая призовые места; студент КНИТУ А.С.Петровский – четырехкратный победитель олимпиад; студент Самарского ГТУ М.Р.Демидов неоднократно участвовал в олимпиадах, а в 2016 и 2017 г. выступил в качестве руководителя команды. Повышению мотивации способствует не только участие в теоретическом и экспериментальном турах, но и ознакомление с историей Казанской химической школы, экскурсии в музей Бутлерова, Арбузова, КНИТУ, в институт органической и физической химии, а также общение одаренных студентов различных вузов друг с другом.

*С учётом итогов олимпиад можно утверждать, что изучение органической химии формирует профессиональную компетентность бакалавра, но вклад этой дисциплины в формирование различных компетенций не одинаков.* Так, можно выделить несколько компетенций, в формирование которых дисциплина «Органическая химия» вносит существенный вклад (ФГОС ВО по направлению подготовки Химическая технология, уровень бакалавриата, утвержденного 11.08.2016 г.): ОПК-1. Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; ОПК-3. Готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире; ПК-16. Способ-



ность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; ПК-18. Готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности; ОК-9. Способность использовать приемы оказания первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.

Понижение качества образования на младших курсах при двухуровневой системе подготовки прослеживается из анализа возрастного состава победителей (рис. 9.3).

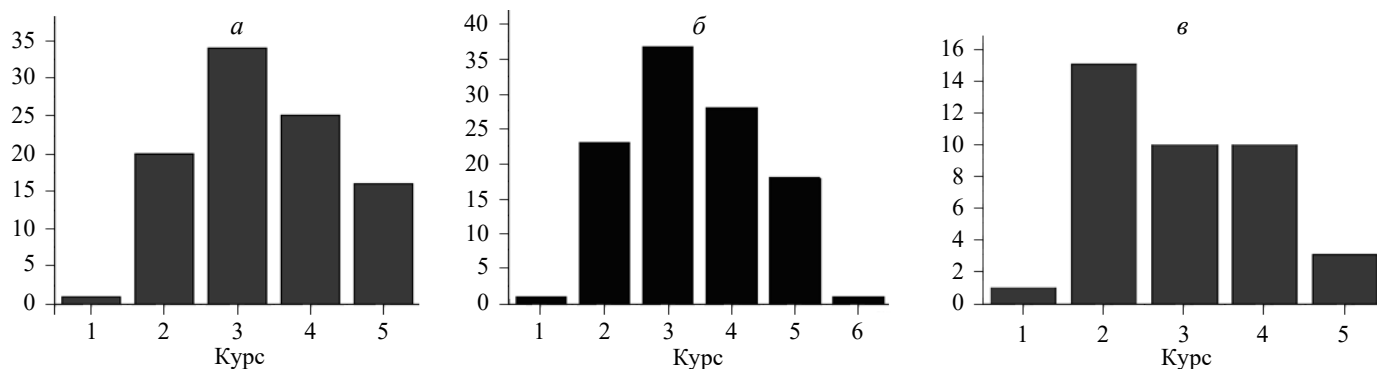


Рис. 9.3. Диаграмма общего количества победителей и призеров олимпиады по курсам 2007–2016 г. (а); диаграмма общего количества победителей и призеров олимпиады по курсам 2007–2017 г. (б); диаграмма общего количества победителей и призеров олимпиады по курсам 2007–2016 г. для бакалавров (в).

Для общего случая, учитывающего данные по всем олимпиадам (взяты результаты, обобщенные за период 2007–2016 г. и 2007–2017 г.), больше всего победителей и призеров в числе студентов III курса. Причем статистические данные, собранные для специалистов за 2007–2016 г. по количеству победителей и призеров, соответствуют диаграмме общего количества и также свидетельствуют о наилучшей подготовленности студентов III курса. Соответственно, III и II курсы можно рассматривать как оптимальные для обучения органической химии. Однако вид диаграммы количества победителей и призеров олимпиады для бакалавров отличается от предыдущих диаграмм. Картина, соответствующая оптимуму, существенно искажена. Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что начинать обучение органической химии на I курсе нецелесообразно, либо необходимо увеличить продолжительность изучения дисциплины «Органическая химия».

Исходя из перечисленных обобщений, можно предложить следующие рекомендации по внедрению олимпиадных методов в практику преподавания органической химии:

1. В технологию преподавания внедрять элементы состязательности, в качестве которых могут выступать внутривузовские предметные олимпиады, проводимые каждый семестр в соответствии с учебным планом. На кафедре ОХ КНИТУ они проводятся на протяжении более 30 лет.
2. Необходимо уделять большее внимание практическому решению задач и усилению экспериментальной составляющей образовательного процесса.
3. В целях обеспечения непрерывности и последовательности химического образования рекомендовать изучение дисциплины «Органическая химия» после освоения дисциплины «Общая и неорганическая химия».

## 10. Опыт внедрения инновационных подходов в организацию учебного процесса с целью повышения его эффективности и качества подготовки выпускников Саратовского государственного университета

Кафедра органической и биорганической химии Института химии СГУ в настоящее время осуществляет учебную деятельность соответственно трём уровням высшего образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура). За время своего существования (основана в 1922 г.) кафедра подготовила более 1000 молодых специалистов. Среди её выпускников члены-корреспонденты АН СССР, РАЕН, заслуженные деятели науки РФ, свыше 30 докторов и более 150 кандидатов наук, ректоры, деканы, заведующие кафедрами учебных заведений, руководители научно-исследовательских институтов, лабораторий, заводов и других производственных объектов. Ежегодно кафедра выпускает 12–18 химиков. Учебный процесс осуществляют 14 преподавателей, в том

числе 8 докторов наук, профессоров. Коллектив учебно-вспомогательного персонала сформирован из числа инженерного состава кафедры и аспирантов. Большие лабораторные практикумы проводятся в специализированных помещениях, оснащенных новейшим оборудованием.

Кафедра имеет в своем составе три лаборатории, обслуживающие научные исследования, в том числе выполненные студентами: лаборатория элементного анализа, спектральная лаборатория, лаборатория новых веществ и материалов. Структурными подразделениями кафедры являются лаборатория органической химии Отделения химических технологий Института химии СГУ, лаборатория при ИБФРМ РАН.

Рабочие программы составлены в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования. Подготовка ведётся по направлениям бакалавриата Химия, Химическая технология, Техносферная безопасность, Педагогическое образование, а также магистратуры (Химия) и аспирантуры (Химические науки).

В 2016–2017 учебном году защищены магистерские квалификационные работы, выполненные иностранными студентами под руководством профессоров кафедры: четверо – граждане Ирака, один – Республики Молдова.

Для студентов Института химии читаются следующие лекционные курсы, сопровождаемые практическими занятиями: органическая химия, химические основы биологических процессов, химия пищи, теоретические основы органической химии, стереохимия, спектроскопия в идентификации органических веществ, химия синтетических лекарственных веществ, химия токсикантов, биологически активные гетероциклические соединения, пестициды и регуляторы роста растений, основы органической химии душистых веществ.

По самостоятельно устанавливаемому образовательному стандарту (Прикладная химия) дополнительно читаются курсы: Перегруппировки в органической химии, Конструирование гетеросистем прикладного назначения, Промышленная органическая химия, Химия синтетических моющих средств.

В рамках магистратуры (Химия синтетических и природных веществ) реализуются дисциплины: Биологически активные вещества в косметике, Основы аналитической иммунохимии, Медицинская химия, Стратегия органического синтеза, Теоретические основы органической химии биологически активных добавок, Биоинформатика.

В рамках аспирантуры «Химические науки» направленность «Органическая химия» реализуются дисциплины: Механизмы органических реакций и методы их установления, Избранные методы синтеза и модификации гетероциклических соединений, Стереохимические аспекты органических реакций.

Кафедра обеспечивает общепрофессиональную подготовку по органической химии студентов биологического, геологического, юридического факультетов и факультета нано- и биомедицинской технологий, Института истории и международных отношений, Института физической культуры и спорта.

Идейной основой создания новых учебно-методических комплексов и рабочих программ является практико-ориентированная модернизация процесса обучения как новое качество образовательных услуг. Помимо значительного увеличения часов лабораторных и практических занятий рабочие программы предусматривают прохождение студентами ознакомительной, научно-производственной (на предприятиях химической отрасли), предквалификационной практик и научно-исследовательской работы с предоставлением отчётной документации в виде научно-исследовательских отчётов и курсовых работ.

Поскольку в изучении органической химии как естественнонаучной дисциплины основной дидактической составляющей является эксперимент, введение практических работ с элементами научных исследований способствует формированию не только знаний и компетенций методологии и техники эксперимента тонкого органического синтеза, но и повышению мотивации процесса обучения в целом, что, несомненно, способствует более эффективному и качественному процессу подготовки специалистов-химиков.

Благодаря созданию на кафедре инновационной спектральной лаборатории, оснащенной современным высокотехнологичным оборудованием (ЯМР, ИК Фурье, ВЖХ, УФ) студенты получают возможность участвовать в исследовании молекулярного дизайна, тонкой структуры, стереохимических особенностей, внутримолекулярных взаимодействий, реакционной способности, разрабатывать схемы мультикомпонентных взаимодействий и решать вопросы хеометрики и другие сложные проблемы теоретической органической химии соединений, полученных в ходе выполнения научных исследований и выпускных квалификационных работ. Таким образом, студенты, выполняющие научные исследования в процессе обучения, становятся соавторами публикаций, в том числе рейтинговых периодических изданий.

Студенты по результатам своей научно-исследовательской деятельности выступают на конференциях, проводимых также на базе Института химии: Всероссийской (с международным участием) конференции молодых

ученых «Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии», Ежегодной научной студенческой конференции, научно-практической конференции «Химия Саратовской Губернии – XXI век». Опубликовать результаты своей научной деятельности студенты могут в журнале «Известия Саратовского университета. Новая серия», который входит в перечень рецензируемых научных изданий.

Систематическое участие студентов в выполнении научных исследований кафедры способствует повышению познавательной активности и эффективности процесса обучения, что позволяет им получать гранты федерального и регионального уровней. На кафедре с учётом балльно-рейтинговых показателей ежегодно присуждается именная стипендия Заслуженного деятеля науки, д.х.н., профессора В.Г.Харченко.

Инновационная составляющая современного учебного процесса кафедр включает взаимодействие с сотрудниками ведущих научно-исследовательских и производственных организаций и предприятий, являющихся потенциальными работодателями (Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, ПАО «Саратовский нефтеперерабатывающий завод», ЗАО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод», ЗАО «Оргсинтез», ЗАО «НИТА ФАРМ», ЗАО «БИОАМИД» и др.) в рамках участия в реализации учебных планов – чтение лекций, проведение лабораторно-практических занятий, экскурсии на предприятия, в научные лаборатории, кафедральные дни, деловые встречи.

Использование ЭВМ в реализации учебных программ предполагает не только систематический тестовый контроль за выполнением учебного плана, но и освоение студентами расчётных программ по определению термодинамических характеристик, оптимизации геометрии сложнопостроенных молекул, виртуальному скринингу биологической активности синтезированных соединений и анализу других характеристик, молекулярного дизайна и реакционной способности.

Важной чертой инновационной характеристики современного учебного процесса является профориентационная работа кафедры, которая включает взаимодействие с будущими абитуриентами в рамках участия преподавателей в создании профильных классов, воскресных и летних Школ юного химика, региональных и внутриуниверситетских олимпиад, экскурсий на предприятия, встреч с работодателями.

Кафедра располагает ежегодно пополняемой собственной библиотекой учебно-методической литературы [107–117] как на бумажных, так и на электронных носителях, что позволяет студентам при необходимости изучать некоторые дисциплины учебного плана дистанционно.

Коллектив преподавателей выражает уверенность, что новое поколение абитуриентов оценит предоставляемые кафедрой органической и биоорганической химии в составе Института химии СГУ возможности получения фундаментального химического образования современного уровня с перспективой востребованности и реализации полученных знаний.

## **11. Преподавание основ органической химии для студентов физического факультета Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова**

Химия в последнее время носит все более прикладной характер. Именно крупная экспериментальная химия главным образом востребована производством. Практически любую поставленную химическую задачу возможно решить известными методами с использованием уже имеющихся реакций, реагентов и катализаторов.

Однако вне зависимости от востребованности высоконаучных кадров, химическое образование как неотъемлемую и обязательную часть естественнонаучного университетского образования необходимо развивать и совершенствовать. Общий курс химии полезен и важен для всех естественнонаучных дисциплин. Как можно говорить об университетском образовании, если выпускник естественного факультета не представляет себе формулу серной кислоты или глюкозы, не знает, почему моет мыло? Это знания даже не из предмета химии, а из области общей эрудиции. Химия вообще и органическая химия в частности являются необходимым массивом стройматериалов в общем здании правильного комплексного современного понимания мира.

На физическом факультете МГУ непростительно мало внимания уделяется химическим наукам. Только 6 лет из последних 30 студенты первого курса слушали курс общей химии! Этот очень полезный ознакомительный курс – плод совместных усилий кафедр физической (профессор В.В.Еремин), неорганической (профессор А.В.Шевельков) и органической химии (профессор Т.В.Магдесиева) [118]. Последнее время этот курс, как и курс физической химии для студентов III курса [119], отнесли к курсам «по выбору» в рамках межфакультетских чтений. На некоторых кафедрах физического факультета есть понимание необходимости обучения студентов основам химии для более полного и комплексного понимания предмета специализации соответствующих

кафедр. Так, например, кафедры биофизики (заведующий академик РАН В.А.Твердислов) и медицинской физики (заведующий академик РАН В.Я.Панченко) внесли в план обязательных спецкурсов для студентов III курса предмет «теоретические основы органической химии». Этот семестровый курс (32 часа) читается с 2001 г. Форма отчетности – зачет. Следует отметить еще кафедру физики полимеров и кристаллов (заведующий академик РАН А.Р.Хохлов), где читаются несколько спецкурсов химической направленности силами сотрудников и преподавателей химического факультета.

Трудно организовать курс, когда, с одной стороны, огромный объем материала необходимо ограничить одним семестром и нет возможности организовать семинарские и практические занятия. Нет смысла полагать, что самообразование может заменить семинары, а видеоряд – экспериментальную работу. С другой стороны, студенческая аудитория, которая действительно хочет получить знания, но знакоилась с химической наукой последний раз в школе, и воспоминания о ней весьма отрывочны или отсутствуют вовсе. Решение этих двух проблем стало частью общей стратегии преподавания. В те годы, когда преподаватели химического факультета читали обязательный курс общей химии для всего потока физического факультета, восприятие и усвоение материала спецкурса органической химии резко улучшалось. Не надо было вспоминать самые азы и основы – строение атома, периодический закон, свойства элементов. Больше времени удавалось уделять непосредственно изучаемому предмету. После того, как курс общей химии перешел в категорию «по выбору» уровень знаний студентов по химии снова приблизился к нулевой отметке, так как выбор студентов был явно не в пользу этого предмета.

Для интенсификации чтения и усвоения курса был разработан развернутый тезисный план каждой лекции, где помимо основных понятий и определений приведены все реакции и механизмы, а также примеры номенклатуры и изомерии, упомянутые в текущей лекции. Материалы тезисов для всех лекций (3–4 страницы с иллюстрациями на каждую лекцию) в электронном виде предоставляются слушателям на первой лекции для самоподготовки и раздаются в распечатанном виде на соответствующей лекции. Это позволяет до минимума свести рукописную часть (слушатели, как правило, делают пометки и записи непосредственно на полях и обороте тезисов) и резко уменьшает количество непреднамеренных ошибок при переносе рисунков, схем и механизмов с доски или экрана. Увеличение скорости и качества усвоения материала позволило последние 7 лет читать лекции с использованием презентаций, что позволило дополнительно расширить объем лекционного материала без потери качества усвоения. Материалы презентаций и методическая разработка также предоставляются слушателям в электронном виде вместе с упомянутыми тезисами и дополнительной литературой. Промежуточный контроль осуществляется путем написания студентами двух контрольных работ, охватывающих первую и вторую половины курса, в целях экономии лекционного времени выдаваемых на дом, и по результатам написания контрольных работ выставляется зачет. В варианте работы два теоретических вопроса по пройденному материалу и задача на номенклатуру ИЮПАК. К сожалению, несмотря на повторение и разбор номенклатурных правил на каждой лекции, эти задачи вызывают наибольшие трудности у студентов. К третьему курсу студенты умеют виртуозно списывать, чувство локтя и коллективное творчество у них высокоразвито, поэтому количество вариантов контрольных работ равно количеству слушателей. Это несколько затруднительно для преподавателя в плане не столько подготовки, сколько проверки, но позволяет получить срез знаний, близкий к реальному, и появляется возможность проставить итоговый зачет по результатам контрольных работ.

В последнее время основным источником информации для студентов, бесспорно, является сеть Интернет. Все реже можно встретить студентов с книгой или учебником. Вся информация идет с экрана компьютера, планшета или телефона. К сожалению, сведения, полученные из Всемирной паутины, часто ошибочны или даже нарочито ложны. Их переписывают, не читая, с сайта на сайт, и найти среди этого мутного потока «жемчужное зерно» крайне трудно. Для такой сложной и неоднозначной в выводах науки, как химия, даже специалист часто теряется в многообразии непроверенной, противоречивой и часто просто бессмысленной информации, а без наличия хоть какой-то исходной базы знаний этот пестрый материал воспринимается читателем на веру без критической составляющей. Крайне необходимо проводить разъяснительную работу о недостоверности информации в большинстве источников и на первых порах ограждать слушателей от влияния информационных потоков Интернета до образования в процессе лекционного курса первичного базиса знаний. Но даже возникновение этого базиса не может оградить слушателей от стремления поверить первой же ссылке и привести первый попавшийся текст или схему. Нам часто приходится сталкиваться с этим явлением при проверке домашних контрольных работ по темам курса.

В связи со всем вышеперечисленным, общий курс органической химии претерпел существенные сокращения и обобщения. Оказалось, что для аудитории студентов физических специальностей, в отличие от химиков и биологов, механизм протекания реакции (перераспределение электронной плотности, молекулярные орбитали, порядок взаимодействия, перенос зарядов и т.д.) оказался более логичным и простым для понимания, чем непосредственно химическая реакция, или тем более цепочка превращений. Многолетние наблюдения показывают, что студенты физического факультета воспринимают механизм реакции как «общую формулу» и нередко для написания конкретной реакции вначале воспроизводят механизм процесса, а потом «подставляют» в него конкретные реагенты и субстрат. Это наблюдение оказалось очень полезным для сжатия читаемого курса без потери объема рассматриваемых тем. Основных механизмов в органической химии достаточно немного, а описать с помощью них можно большую часть превращений. На принципе главенства механизмов реакций удалось хорошо систематизировать материал и частично свести к физико-математическому формализму. В качестве яркого примера можно привести ответ на вопрос о реагентах для нитрования ароматических соединений. Для начала студентом был воспроизведен механизм электрофильного замещения в ароматическом ряду, потом реагирующая частица для нитрования – нитроний катион, и как результат представлен ответ: *тетрафторборат нитрония* – действительно один из самых сильных нитрующих агентов. В материалах курса ни в явном, ни в скрытом виде этот реагент не упоминался, а отвечающий пришел к этой структуре исходя из анализа механизма реакции.

В начале курса детально разбираются правила номенклатуры, изомерии, типы химических реакций, образование и разрыв ковалентной связи. Далее рассматриваются основные классы органических соединений от алканов и алкенов до производных карбоновых кислот и природных соединений и основные механизмы органических реакций, свойственных этим классам веществ [120, 121]. Кроме разбора некоторых самых ярких примеров, масса конкретных химических свойств предлагается к самостоятельному изучению при необходимости. В последние 5 лет добавлена фармацевтическая составляющая: разбираются примеры активных фармацевтических субстанций, относящихся к рассматриваемому классу органических соединений, или присутствуют стадии, подчиняющиеся изучаемому на лекции механизму.

Весной 2017 г. в компании с сотрудниками физического и биологического факультета МГУ была предпринята попытка начать читать курс фармакологии для магистров, специализирующихся на кафедрах медицинской и биофизики, но «первый блин оказался комом». Старт проекта перенесен на осенний семестр. Помимо развития общей эрудиции, данный курс служит необходимым связующим звеном для восприятия студентами-физиками таких предметов, как молекулярная биология, генетика, медицинская физика.

## 12. Преподавание органической химии в Ярославском государственном техническом университете

Кафедра органической и аналитической химии входит в состав химико-технологического факультета Ярославского государственного технического университета. Кафедра получила свое нынешнее название после присоединения к кафедре органической химии кафедры аналитической химии и контроля качества продукции в сентябре 2014 г.

Кафедра органической химии была создана в 1944 г. как одна из первых кафедр образованного в том же году Ярославского технологического института резиновой промышленности. Первые два года кафедру возглавлял Борис Александрович Долгопосок, впоследствии академик, Герой Социалистического труда. Далее кафедрой заведовали член-корреспондент Международной академии истории естествознания и философии, профессор Ю.С.Мусабеков (1946–1970 г.), профессор Г.С.Миронов (1972–1993 г.), профессор В.В.Плахтинский (1993–1998 г.), профессор Е.М.Алов (1998–2012 г.), д.х.н. А.В.Колобов. Кафедра аналитической химии была создана как самостоятельная кафедра только в 1965 г. на базе лаборатории аналитической химии, организованной в 1945 г. (заведующий лабораторией В.Ф.Саксин). Кафедру возглавляли к.х.н. В.М.Блаватник (1965–1972 г.), профессор Ф.П.Черняковский (1972–1997 г.), профессор О.П.Яблонский (1997–2012 г.), к.х.н. К.Л.Овчинников (2012–2014 г.).

Кафедра органической химии основную часть своей истории являлась общеобразовательной кафедрой, ведущей одноименный курс для студентов химиков-технологов. Расширение спектра преподаваемых предметов произошло с открытием на химико-технологическом факультете специальности «Химия» (в настоящее время «Фундаментальная и прикладная химия») и переходом на бакалаврские программы подготовки. Серьезным

шагом в развитии учебной работы стало объединение кафедр в 2014 г., что позволило организовать подготовку студентов по профилю «Разработка, производство и контроль качества химико-фармацевтических препаратов и продуктов тонкого органического синтеза», направление «Химическая технология». В этом же году состоялся первый набор на новый профиль подготовки.

Преподавание органической химии на кафедре можно разделить на следующие группы: базовый курс органической химии для бакалавриата и специалитета; специальные дисциплины для бакалавриата, специалитета и магистратуры; подготовка кадров высшей квалификации – аспирантура.

Кафедра органической и аналитической химии является выпускающей по направлению «Химическая технология», профиль «Разработка, производство и контроль качества химико-фармацевтических препаратов и продуктов тонкого органического синтеза» (бакалавриат). Ряд специальных дисциплин преподается также студентам других направлений подготовки: «Фундаментальная и прикладная химия» (специалитет), «Химия» (бакалавриат), «Химическая технология» (магистратура), «Стандартизация и метрология» (бакалавриат). Кроме специальных предметов, значительный объем нагрузки приходится на общие дисциплины: органическая химия, аналитическая химия, физико-химические методы анализа, которые преподаются всем студентам химико-технологического факультета (8 групп очной формы обучения, 2–3 группы – заочной). На кафедре также ведутся курсы для аспирантов специальности органическая химия. Всего преподавателями кафедры читается около 50 различных дисциплин.

Базовый курс органической химии для бакалавриата по направлениям подготовки «Химическая технология» и «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» построен по классической схеме – общие разделы органической химии и подробное изучение различных классов органических соединений. Курс преподается в течение двух семестров с разделением на две дисциплины: «Органическая химия» и «Дополнительные главы органической химии». Суммарный объем лекционного курса – 52 академических часа, лабораторного практикума – 116 академических часов.

В общих разделах органической химии рассматриваются следующие вопросы: предмет органической химии, типы химической связи, понятие о кислотности и основности, скелетные образования органических соединений, функциональные группы, классификация органических соединений, изомерия, номенклатура органических соединений, теория химического строения, электронная конфигурация и гибридизация углерода в органических соединениях, типы разрыва химических связей, промежуточные частицы, электронные эффекты заместителей и их влияние на устойчивость промежуточных частиц, резонансные структуры.

После изучения общих вопросов органической химии рассматриваются следующие классы органических соединений: алканы, алкены, алкины, алкадиены, карбоциклические соединения, арены, гетероциклические соединения, галогенпроизводные углеводородов, спирты, фенолы, простые эфиры, альдегиды и кетоны, карбоновые кислоты и их производные, серосодержащие соединения, нитросоединения, амины. Для каждого класса соединений рассматриваются физические свойства ряда представителей, области их использования, методы синтеза и химические свойства соединений этого класса, характерные реакции и соответствующие механизмы реакций. На протяжении всего курса органической химии студенты самостоятельно выполняют расчетно-графические работы, которые охватывают все перечисленные классы соединений.

Навыки практической работы с органическими соединениями студенты приобретают на лабораторном практикуме. В базовом курсе органической химии студенты выполняют относительно несложные и распространенные работы, такие как синтез бромэтана, 1-бромбутана, бензойной кислоты, ацетона, антрацена, анилина, пикриновой кислоты, *n*-толуолсульфокислого натрия, *m*-нитробензойной кислоты, ряда сложных эфиров, фенола, *азо*-красителей.

Базовый курс органической химии для бакалавриата «Химия» и специалитета «Фундаментальная и прикладная химия» преподается в течение трех семестров. При этом не только увеличен объем материала по всем разделам, но и добавлены новые темы: полифункциональные соединения, углеводы и белки. Объем и сложность заданий для самостоятельного выполнения и лабораторных работ также увеличены. Объем лекционного курса – 66 академических часов, 50 часов отводятся на практические занятия и 160 часов – на лабораторный практикум.

Большим и важным блоком являются специальные дисциплины для направления «Химическая технология», профиль «Разработка, производство и контроль качества химико-фармацевтических препаратов и продуктов тонкого органического синтеза».

Открытие этого профиля связано, прежде всего, с потребностями рынка труда Ярославского региона. Начиная с 2009 г. в Ярославской области стал создаваться фармацевтический кластер, а регион был включен в число приоритетных для развития современной фармацевтической промышленности. К настоящему времени в Ярославле построены фармацевтические заводы «Такеда», «Тева», «Р-Фарм», «Фармославль» (г. Ростов Ярославской области), Центр трансфера фармацевтических технологий им. М.В.Дорогова, развивается завод «НТфарма» (г. Переславль-Залесский Ярославской области). Таким образом, резко увеличился рынок труда для химиков, специализирующихся в области тонкого органического синтеза, в том числе синтеза биологически активных веществ, и аналитической химии. Работодатели выдвигают схожие требования к соискателям: высшее образование (химическое, химико-технологическое, биологическое, фармацевтическое), знание GMP и документооборота, знание инструментальных методов химического и химико-физического контроля и умение работать с аналитическим оборудованием (ВЭЖХ, ГЖХ, ИК и УФ спектрофотометрия, потенциометрия и др.). Все предприятия ориентируются на соответствие действующим международным стандартам производства лекарственных средств (GMP), промышленной безопасности и экологической чистоты.

С учетом потребностей фармацевтического кластера и был составлен блок профессиональных дисциплин для нового профиля подготовки. Дисциплины можно условно разделить на три группы: синтез и производство; анализ и контроль качества; стандартизация, сертификация и менеджмент качества.

К первой группе кроме базового курса органической химии можно отнести: Основы химии гетероциклических соединений; Методы органической химии в разработке лекарственных средств; Методы тонкого органического синтеза; Химия и технология продуктов тонкого органического синтеза; Основы технологии синтетических фармацевтических препаратов; Химия фармацевтических препаратов; Оборудование фармацевтических предприятий; Механизмы органических реакций; Основы ретросинтетического анализа и планирование синтеза органических соединений; Биохимия и биотехнология; Химия и технология мономеров для полимеров специального назначения. Ко второй группе относятся: Аналитическая химия и физико-химические методы анализа; Физические методы исследования; Практический курс физико-химических методов исследования; Химическая метрология. К третьей: Метрология, стандартизация и сертификация; Системы менеджмента качества в химической промышленности; Надлежащая практика производства и обеспечение качества лекарственных средств; Нормативная и научно-техническая информация.

Наиболее крупной совершенно обоснованно является первая группа дисциплин, основу для освоения которых закладывает, в первую очередь, курс органической химии. Изучение этих дисциплин подразумевает углубление знаний в области теоретической органической химии, освоение синтетических методов органической химии, технологии тонкого органического синтеза, включая технологическое оборудование предприятий.

Учебный план построен таким образом, чтобы в каждом семестре, начиная со второго, имелся лабораторный практикум по синтезу органических соединений. Такой подход позволяет студентам максимально быстро получить навыки работы в лаборатории.

В рамках реализации Программы стратегического развития ЯГТУ на 2012–2016 г. к открытию нового профиля кафедра отремонтировала и полностью переоснастила четыре учебные лаборатории органической химии и одну научно-исследовательскую лабораторию органического синтеза.

Современное оборудование исследовательского уровня лаборатории физико-химических исследований, имеющейся на кафедре (ИК, УФ, хромато-масс-спектрометры, газовые и жидкостные хроматографы), полностью соответствует применяющемуся на самых передовых предприятиях химического и фармацевтического профиля.

Наиболее заинтересованные и активные студенты привлекаются к выполнению научно-исследовательских работ. Это направление работы кафедры достаточно хорошо развито. Этому способствует наличие нескольких научно-исследовательских лабораторий, аспирантов и, конечно же, преподавателей, занимающихся научной деятельностью. Результаты НИРС студенты представляют на конференциях различного уровня, а наиболее интересные и значимые включаются в научные статьи. В этом случае студенты оказываются среди соавторов [122–127].

Обучение в аспирантуре неизменно связано с выполнением аспирантами научных исследований, соответствующих развивающимся научным направлениям кафедры. Обширная и разнообразная деятельность кафедры органической и аналитической химии как в образовательной, так и в научной сфере позволила выстроить цепочку непрерывного образования, начиная с первого курса бакалавриата и заканчивая аспирантурой, причем связующей наукой, проходящей через все уровни, является органическая химия.

### 13. Преподавание органической химии в Ивановском государственном университете

Кафедра органической и биологической химии создана в 1976 г. Она вошла в структуру биолого-химического факультета Ивановского государственного университета, который был организован в 1974 г. на базе Ивановского педагогического института. Профессорско-преподавательский состав кафедры формировался, в основном, из выпускников Ивановского государственного химико-технологического института – молодых кандидатов и докторов наук, а первым заведующим кафедрой стал доктор химических наук, профессор Юрий Георгиевич Ерыкалов (1930–2008 г.). В 1996–2016 г. кафедрой заведовал доктор химических наук, профессор Михаил Васильевич Ключев.

В сентябре 2012 г. в результате реорганизации на базе кафедры органической и биологической химии и кафедры физической химии была создана кафедра органической и физической химии. С апреля 2016 г. кафедрой руководит профессор Татьяна Петровна Кустова. С момента основания кафедры в 1976 г. по настоящее время более 70 её выпускников защитили кандидатские диссертации, а 8 преподавателей стали докторами наук. Сейчас на кафедре работают 5 докторов наук, профессоров и 4 кандидата наук, доцента ([http://ivanovo.ac.ru/about\\_the\\_university/faculty/870/chairs/838/](http://ivanovo.ac.ru/about_the_university/faculty/870/chairs/838/)).

Кафедра всегда была и остаётся выпускающей, в настоящее время проводится подготовка студентов по направлениям Химия (бакалавриат) и Химия (магистратура, магистерские программы «Экспериментальная и теоретическая химия» и «Органическая и биологическая химия»), а также по специальности Фундаментальная и прикладная химия. Кроме того ведётся подготовка кадров высшей квалификации по направлению Химические науки (профиль «Органическая химия»). Кафедра обеспечивает обучение студентов других направлений подготовки: Биология, Физическая культура, Физика и Нанотехнологии и микросистемная техника.

Постоянно расширяется перечень учебных дисциплин, реализуемых на кафедре. Помимо традиционных курсов «Органическая химия», «Строение и реакционная способность органических соединений», «Методы органического синтеза», «Высокомолекулярные соединения», «Биохимия», «Основы биотехнологии» разрабатываются и читаются курсы лекций и проводятся практические занятия по новым дисциплинам: «Основы токсикологии», «Основы медицинской и фармацевтической химии», «Введение в медицинские нанобиотехнологии», «Компьютерное моделирование строения и свойств биологически активных веществ», «Кинетика и механизм ферментативных реакций», «Прикладная квантовая химия», «Основы проектной деятельности в химии и химическом образовании», «Методология поиска научной информации и основы библиографии», «Спортивная биохимия», «Синтез наноматериалов» и др.

С 2003 г. на биолого-химическом факультете ИвГУ введена и успешно работает балльно-рейтинговая система (БРС) текущего контроля и промежуточной аттестации студентов. Согласно БРС, максимальный рейтинговый балл по каждой учебной дисциплине равен 100. Для пересчета рейтинговых баллов в итоговые оценки используется шкала: от 55 до 69 – «удовлетворительно»; от 70 до 84 – «хорошо»; от 85 до 100 – «отлично».

Максимальная рейтинговая оценка за семестр составляет 60 баллов, на экзамене студент может получить от 20 до 40 баллов, которые добавляются к уже набранным. Получение на экзамене менее 20 баллов оценивается «неудовлетворительно».

Для студентов, набравших в течение семестра по учебной дисциплине 45 баллов и выше, устанавливаются поощрения в виде дополнительных баллов. Основанием для получения дополнительных баллов являются выполнение учебного плана в установленные сроки, успешная сдача коллоквиумов, своевременное выполнение домашних, контрольных работ, сдача в срок отчетов по лабораторным работам практикума, успешное прохождение компьютерного тестирования и других рейтинговых мероприятий. Студент, полностью выполнивший программу курса и набравший в ходе текущего контроля сумму от 45 до 60 баллов, имеет право получить итоговую оценку без дополнительного опроса. При этом студент, набравший 45–49 баллов, может получить 10 дополнительных баллов и итоговую оценку «удовлетворительно»; студент, набравший 50–54 баллов, может получить 20 дополнительных баллов и итоговую оценку «хорошо»; студент, набравший 55–60 баллов, может получить 30 дополнительных баллов и оценку «отлично».

Вместе с тем, имеются дисциплины, по которым обязательно сдаётся экзамен с учетом рейтинга, но без начисления дополнительных баллов. Список таких дисциплин утверждается Ученым советом факультета. Именно к такой «обязательной» дисциплине наряду с другими базовыми химическими дисциплинами относится «Органическая химия». В табл. 1 приведен алгоритм формирования рейтинговой оценки по практической и теоретической частям курса.



Таблица 1

Алгоритм формирования рейтинговой оценки по курсу «Органическая химия»  
у студентов бакалавриата по направлению подготовки Химия.

<b>АЛИФАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ (5-й семестр)</b>	
<b>Теоретические занятия</b>	<b>Лабораторный практикум</b>
Семинар. Контрольная работа № 1 «Алканы» (6 баллов).	Методы очистки органических соединений (2 работы по 3 балла каждая).
Семинар. Контрольная работа № 2 «Алкены» (6 баллов).	Методы очистки органических соединений (2 работы по 3 балла каждая).
Семинар. Контрольная работа № 3 «Алкины» (6 баллов).	Синтез органических соединений (6 баллов).
Контрольная работа № 4 «Алкадиены» (6 баллов).	Синтез органических соединений (6 баллов).
Семинар. Контрольная работа № 5 «Галогенпроизводные» (6 баллов).	Синтез органических соединений (6 баллов).
Семинар. Контрольная работа № 6 «Спирты» (6 баллов).	Капельные реакции «Алифатические углеводороды» (6 баллов).
Семинар. Контрольная работа № 7 «Карбонильные соединения» (6 баллов).	Капельные реакции «Галогенпроизводные. Спирты. Простые эфиры» (6 баллов).
Семинар. Контрольная работа № 8 «Карбоновые кислоты» (6 баллов).	Капельные реакции «Алифатические альдегиды и кетоны» (6 баллов).
Контрольная работа № 9 «Окси- и оксосоединения» (6 баллов).	Капельные реакции «Алифатические карбоновые кислоты» (6 баллов).
Контрольная работа № 10 «Сахара» (6 баллов).	Капельные реакции «Углеводы» (6 баллов).
Итого: 60 баллов	Итого: 60 баллов
<b>АРОМАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ (6-й семестр)</b>	
<b>Теоретические занятия</b>	<b>Лабораторный практикум</b>
Семинар. Контрольная работа № 1 «Ароматические соединения» (10 баллов).	Синтез органических соединений (8 баллов).
Семинар. Контрольная работа № 2 «Производные ароматических углеводородов: нитро-, сульфо- и галогенпроизводные» (10 баллов).	Синтез органических соединений (8 баллов).
Семинар. Контрольная работа № 3 «Фенолы и ароматические спирты» (10 баллов).	Синтез органических соединений (8 баллов).
Контрольная работа № 4 «Ароматические амины» (10 баллов).	Капельные реакции «Ароматические углеводороды. Галогенпроизводные. Фенолы» (12 баллов).
Семинар. Контрольная работа № 5 «Ароматические карбоновые кислоты, альдегиды и кетоны» (10 баллов).	Капельные реакции «Ароматические альдегиды, кетоны, кислоты» (6 баллов).
Семинар. Контрольная работа № 6 «Ароматические диазосоединения и азокрасители» (10 баллов).	Капельные реакции «Азотсодержащие соединения» (6 баллов).
	Идентификация неизвестного органического соединения (12 баллов).
Итого: 60 баллов	Итого: 60 баллов

Важной составляющей лабораторного практикума по органической химии является синтез органических соединений по известным методикам. В результате студенты приобретают умение выбрать из нескольких путей получения органического вещества наиболее рациональный, самостоятельно собрать экспериментальную установку, провести синтез с учётом требований техники безопасности, выделить, очистить и идентифицировать целевой продукт. Синтетические работы, которые выполняются студентами, включают практически все

виды органических реакций: окисление-восстановление, нитрование, сульфирование, галогенирование, диазотирование, конденсацию, этерификацию, ацилирование. Как правило, подготовительную работу студент выполняет самостоятельно перед занятием: находит в литературе и знакомится с прописью синтеза, характеристиками (в том числе токсикологическими) реагентов и продуктов, схемой установки, техникой безопасной работы в химической лаборатории и др. Перед началом практического занятия он проходит собеседование с преподавателем, по итогам которого получает допуск к работе. Продолжительность лабораторной работы составляет 6 часов, этого времени обычно хватает на выполнение всех этапов, включая написание отчёта. В редких случаях целевой продукт после выделения не очищается, а остаётся до следующего занятия. При начислении рейтинговых баллов за отчёт по лабораторной работе преподаватель контролирует наличие всех элементов отчёта: схемы установки, описания этапов синтеза (по стадиям), характеристики реагентов и продуктов (в виде таблицы), литературного источника, техники безопасности, уравнения реакции, расчёта выхода продукта, выводов. Отсутствие одного или нескольких элементов приводит к снижению рейтинговой оценки.

Контрольные работы по органической химии включают схемы нескольких превращений органических соединений, задание на установление закономерности в изменении свойств в ряду соединений родственной структуры, расчётную задачу. Достаточно внимания уделяется обсуждению механизмов органических реакций. На первом занятии в семестре студенты знакомятся с фондом оценочных средств (ФОС) в части критериев оценивания контрольной работы. Рейтинговый балл за каждое из заданий указывается в билете.

В преподавании базовых химических дисциплин, к числу которых, несомненно, относится органическая химия, возникли проблемы, начиная с 2011 г., во многом благодаря активному реформированию образования в РФ: стандартизации высшего образования и переходу на трехуровневую систему подготовки выпускников вузов (бакалавр – специалист/магистр – аспирант).

В классических университетах во времена СССР по всем специальностям реализовывались типовые учебные планы, в формировании которых ведущую роль по праву играл МГУ. Эти учебные планы задавали четкие рамки преподавания базовых дисциплин по каждой специальности, их структуру и содержание.

Понятия «государственный образовательный стандарт» (ГОС) и «примерная основная образовательная программа» (ПООП) были введены законом «Об образовании» РФ в 1992 г. Далее появились ГОС-1 (1996–2000 г.) и ГОС-2 (2000–2010 г.), в которых по каждой специальности был прописан обязательный минимум содержания образования: жестко заданный набор учебных дисциплин с установленными трудоёмкостями (в часах) и с описанием всех дидактических единиц. Вместе с тем у вузов появилась небольшая «свобода манёвра»: в среднем 10% от объема образовательной программы (ОП) могли составлять дисциплины национально-регионального и вузовского компонента программы.

Стандарты нового поколения – ФГОС ВПО (2011–2013 г.) и ФГОС ВО (ФГОС 3+ и ФГОС 3++) – дали образовательным организациям небывалую свободу в проектировании ОП, введя лишь рамочную регламентацию требований: к результатам освоения ОП (в виде набора компетенций выпускника), к структуре ОП (определив границы разделов в зачетных единицах), к условиям реализации ОП (материально-техническая база, электронная информационно-образовательная среда вуза, квалификация научно-педагогических работников и др.). Учебные дисциплины стали разделены на дисциплины (модули) базовой части (закрепленные стандартом философия, история, иностранные языки, БЖД) и дисциплины (модули) вариативной части, среди которых помимо обязательных должны быть и дисциплины по выбору студента.

К сожалению, в формулировках общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных компетенций (ПК) бакалавра-химика и специалиста-химика не упоминаются даже базовые химические дисциплины (неорганическая, органическая, аналитическая и физическая химия). Компетентностная модель выпускника содержит весьма размытые фразы типа: «Выпускник бакалавриата должен обладать способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1)» или «Выпускник специалитета должен владеть системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3)». Всё это в условиях массового перехода от пятилетнего высшего образования (специалитет) к четырёхлетнему (бакалавриат) создало серьёзные трудности для реализации на высоком уровне профессиональных дисциплин, к числу которых у химиков, безусловно, относится «Органическая химия».

На основе анализа учебных планов (УП) подготовки химиков в ИвГУ и рабочих программ дисциплины «Органическая химия» с 2000 г. по настоящее время можно сделать ряд неутешительных выводов. Думаем, они будут общими для большинства провинциальных классических университетов, осуществляющих подго-

товку химиков. Во-первых, изменилось место органической химии в учебном плане: она сместилась на семестр вперёд (табл. 2). Из-за уплотнения базовых дисциплин химического профиля в учебном плане подготовки бакалавров у преподавателей возникли методические трудности, например, в тематическом планировании и преподавании курсов «Органическая химия» и «Биохимия», которые теперь изучаются параллельно в одном семестре.

Таблица 2

Распределение базовых химических дисциплин в учебных планах (ГОС и ФГОС).

Курсы	УП 2000 г. (специалитет)		УП 2016 г. (бакалавриат)	
	Весенний семестр	Осенний семестр	Весенний семестр	Осенний семестр
1	Неорганическая химия	Неорганическая химия	Неорганическая химия	Неорганическая химия
2	Аналитическая химия	Аналитическая химия	Аналитическая химия	Аналитическая химия + Физическая химия
3	Физическая химия	Физическая химия + <b>Органическая химия</b>	Физическая химия + <b>Органическая химия</b>	<b>Органическая химия</b> + Биохимия
4	<b>Органическая химия</b>	ВМС, Биохимия	ВМС, Строение и реакционная способность органических соединений	Подготовка выпускной квалификационной работы
5	Динамическая биохимия, Строение и реакционная способность органических соединений	Подготовка дипломной работы	–	–

Во-вторых, переход от ГОС к ФГОС привёл к значительному снижению контактной работы преподавателя со студентами: лекционные занятия сократились со 125 до 86 часов, лабораторный практикум – со 178 до 152 часов, т.е. общие потери трудоёмкости по дисциплине «Органическая химия» в целом составили 65 часов.

В-третьих, два важных модуля в курсе органической химии – «Многоядерные соединения и конденсированные ароматические системы» и «Гетероциклические соединения» – бакалавры теперь изучают лишь обзорно, а подробное изложение этих разделов даётся в курсе «Избранные главы органической химии» в специалитете и магистратуре.

В-четвёртых, открытие в 2017/18 учебном году в ИвГУ новой ОП бакалавриата «Медицинская и фармацевтическая химия» потребовало очередной существенной ревизии содержания дисциплины «Органическая химия» и разработки методологически и содержательно связанного с ним нового курса «Основы медицинской и фармацевтической химии».

Таким образом, в условиях постоянно изменяющихся стандартов высшего образования резко возрастает интенсивность труда преподавателей. Необходимость постоянной переработки рабочих программ, содержания лекционных курсов, фондов оценочных средств, методического сопровождения дисциплин не оставляет преподавателю времени на самообразование, творческое осмысление содержания преподаваемых дисциплин и химического образования в целом, не позволяет объективно и вдумчиво оценить результаты обучения, что, в конечном итоге, не может не привести к снижению качества образования.

Одним из важнейших направлений учебной работы кафедры является профильная подготовка по химии школьников региона. Начиная с 2009 г., на базе биолого-химического факультета Ивановского государственного университета работает профильная школа «Химия для любознательных» (куратор – зав. кафедрой органической и физической химии, профессор Т.П.Кустова). Это совместный проект ИвГУ и Центра развития детской одаренности г. Иванова. Каждая сессия профильной школы (осенняя, зимняя и весенняя) организуется в дни школьных каникул и включает 3–4 учебных дня, в течение которых школьники интенсивно и углубленно изучают основные разделы химии и выполняют лабораторные работы (в том числе и с элементами вузовского практикума). За прошедшие 8 лет более 2000 учащихся 8–11 классов прошли профильную подготовку по химии на базе лабораторий биолого-химического факультета под руководством ведущих преподавателей ИвГУ.

Работая бок о бок со студентами, некоторые ребята выражают желание попробовать свои силы и в самостоятельных исследованиях. Ценность исследовательской работы со школьниками, с нашей точки зрения, состоит в том, что дети получают возможность посмотреть на различные проблемы химии с позиции ученых еще до поступления в вуз и осуществить поиск решения творческой исследовательской задачи. А для вузовской моло-

дежи работа со школьниками – хорошая педагогическая практика, кроме того, студентам, в силу возраста, легче найти общий язык с учащимися. Выполнение курсовых и дипломных работ в рамках существующих на факультете научных направлений позволяет студентам и их научным руководителям находить те области в исследованиях, которые по плечу и школьникам.

Нам очень приятно, что работы наших ребят были с успехом представлены на солидных научных конференциях и опубликованы в сборниках. Примером тому их достойные выступления на Всероссийской молодежной школе-конференции «Квантово-химические расчеты: структура и реакционная способность органических и неорганических молекул», которая проходит с периодичностью раз в 2 года на базе ИвГУ и ИГХТУ. Издаваемый в нашем вузе сборник «Молодая наука в классическом университете» включает специальный раздел с тезисами докладов школьников – участников нашей профильной школы. Групповая исследовательская работа учащихся 11 класса «Строение и физико-химические свойства органических соединений по данным квантово-химических расчётов», выполненная под руководством доцентов Е.А.Лапыкиной и М.С.Федорова, в 2014 г. была удостоена специального диплома Международной научной конференции школьников XXIV Сахаровские чтения за масштабные физические исследования сложных молекулярных систем.

Дважды профильная школа «Химия для любознательных» одерживала победы в конкурсе образовательных проектов для школьников и получала гранты фонда «Современное Естествознание» (проекты № P11-044 и № P13-055). В нашей копилке также золотой диплом лауреата, полученный на IV Международном конгрессе-выставке «Global Education – Образование без границ» за проект «От школьной парты до премии Президента».

Нашей главной целью является реализация на базе биолого-химического факультета ИвГУ непрерывной образовательной траектории молодёжи Ивановского региона: школьник – студент (бакалавр, специалист/магистр) – аспирант – профессиональный химик-исследователь.

#### 14. Заключение

Мы надеемся, что данный материал будет полезен коллегам, вовлеченным в преподавание органической химии. Конечно, мы осознаем, что по ряду причин данный материал имеет свою ограниченность. Более того, некоторые моменты, представленные в обзоре носят дискуссионный характер, поэтому мы открыты для предложений и с благодарностью воспримем все замечания. Мы будем признательны всем, кто примет участие в обсуждении важнейшего вопроса преподавания органической химии в вузах, вероятно, дискуссия и могла бы быть лучшим результатом проделанной работы.

*Авторы благодарят за финансовую поддержку РФФИ (гранты № 15-03-05720, 15-43-03125-р\_центр\_a, 16-29-10669, 17-53-45068), а также Министерство образования и науки РФ (гранты № 16.1037.2017/4.6, 1.4539.2017/8.9, 02.a03.21.0008).*

#### Список литературы

1. Антипин И.С., Казымова М.А., Кузнецов М.А., Васильев А.В., Ищенко М.А., Кирюшкин А.А., Кузнецова Л.М., Макаренко С.В., Островский В.А., Петров М.Л., Солод О.В., Тришин Ю.Г., Яковлев И.П., Ненайденко В.Г., Белоглазкина Е.К., Белецкая И.П., Устынюк Ю.А., Соловьев П.А., Иванов И.В., Малина Е.В., Сивова Н.В., Негребецкий В.В., Бауков Ю.И., Пожарская Н.А., Травень В.Ф., Щекотихин А.Е., Варламов А.В., Борисова Т.Н., Лесина Ю.А., Краснокутская Е.А., Рогожников С.И., Шуров С.Н., Кустова Т.П., Ключев М.В., Хелевина О.Г., Стужин П.А., Федоров А.Ю., Гушин А.В., Додонов В.А., Колбобов А.В., Плахтинский В.В., Орлов В.Ю., Кривенько А.П., Федотова О.В., Пчелинцева Н.В., Чарушин В.Н., Чупахин О.Н., Климович Ю.Н., Климовичкина А.Ю., Курятников В.Н., Малиновская Ю.А., Левина А.С., Журавлев О.Е., Ворончихина Л.И., Фисюк А.С., Аксенов А.В., Аксенов Н.А., Аксенова И.В. *ЖОрХ* **2017**, 53, 1257.
2. Теренин В.И., Ливанцов М.В., Ливанцова Л.И., Матвеева Е.Д., Ивченко П.В., Нифантьев И.Э. Практикум по органической химии М.: БИНОМ, **2012**.
3. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/lecture-courses/301a-organic-chemistry/welcome.html>.
4. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/lecture-courses/301b-organic-chemistry/welcome.html>.
5. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/nen/>.
6. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. М.: Дрофа, **2004**, 544 с.
7. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Зурабян С.Э. Биоорганическая химия. М.: ГЭОТАР-Медиа, **2009**, 416 с.
8. 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, **2015**, 357 с.
9. Негребецкий В.В., Белавин И.Ю., Сергеева В.П., Буцеева А.А., Камкина О.В., Албегова Д.З., Павлова С.И. Общая и неоргани-

- ческая химия для фармацевтов (учебник и практикум для СПО). М.: Юрайт, **2015**, 357 с.
10. Негребецкий В.В. Курс химии для студентов лечебного, педиатрического и стоматологического факультета. **2012**, <http://www.rsmu.ru/> кафедра химии (видеозапись лекций).
  11. Устынчук Ю.А. *Химия и жизнь*. **1988** (8), 4.
  12. Устынчук Ю.А. *Химия и жизнь*. **1988** (9), 14.
  13. Попков В.А., Бауков Ю.И., Пузаков С.А. *ЖВХО им. Д.И.Менделеева*. **1990**, 35 (3), 333.
  14. Смирнова Л.С., Белавин И.Ю., Бауков Ю.И. *Вестн. РГМУ*. **2010** (4), 23.
  15. Бауков Ю.И., Белавин И.Ю., Калашникова Н.А. Рабочая тетрадь для записи лекций для студентов лечебного и педиатрического факультетов. Раздел «Биоорганическая химия». Часть I. М.: изд-во РГМУ, **2004**, 80 с.
  16. Белавин И.Ю. Химия. Рабочая тетрадь для записи лекций для студентов медицинских вузов. Часть 1. Общая химия. М.: изд-во РНИМУ, **2011**, 78 с.
  17. Сергеев В.Н., Белавин И.Ю. Рабочая тетрадь для записи лекций по курсу «Коллоидная химия» для студентов фармацевтического факультета. Часть 2. Физическая химия дисперсных систем и растворов ВМС. М.: изд-во РНИМУ, **2014**, 71 с.
  18. Белавин И.Ю., Сергеева В.П. Органическая химия и химия биомолекул. Учебное пособие для студентов лечебного, педиатрического и стоматологического факультетов. М.: изд-во РНИМУ, **2016**, 87 с.
  19. Бауков Ю.И., Белавин И.Ю., Бесова Е.А., Калашникова Н.А., Сергеева В.П. Химия. Часть 1. Общая химия. Учебное пособие для студентов лечебного, педиатрического и стоматологического факультетов. М.: изд-во РНИМУ, **2016**, 69 с.
  20. Белавин И.Ю., Сергеева В.П. Органическая химия. Сборник методических материалов для студентов фармацевтического факультета. Часть 1. М.: изд-во РНИМУ, **2015**, 100 с.
  21. Белавин И.Ю., Сергеева В.П. Органическая химия. Часть 2. Сборник методических материалов для студентов фармацевтического факультета. М.: изд-во РНИМУ, **2016**, 93 с.
  22. Белавин И.Ю., Сергеева В.П. Органическая химия. Сборник методических материалов для студентов медико-биологического факультета. М.: изд-во РНИМУ, **2017**, 100 с.
  23. Белавин И.Ю., Бауков Ю.И., Сергеев В.Н., Анисимова Н.А., Бутба Л.П., Громова Е.В., Сергеева В.П., Янкович И.В. Химия биомолекул и наносистем. Сборник методических материалов для студентов лечебного, педиатрического и стоматологического факультетов. М.: изд-во РНИМУ, **2017**, 95 с.
  24. Сергеев В.Н. Курс коллоидной химии для медицинских вузов. Учебник для вузов. М.: Медицинское информационное агентство, **2007**, 174 с.
  25. Сергеев В.Н., Анисимова Н.А. Курс лекций для студентов лечебного, педиатрического и стоматологического факультетов. Вариативный курс. Химия биомолекул и наносистем. Часть 3. Физическая химия поверхностных явлений, дисперсных систем и растворов ВМС. **2012**, <http://www.rsmu.ru/> кафедра химии.
  26. Калашникова Н.А., Белавин И.Ю., Анисимова А.А., Быликин С.Ю., Меньков А.А., Сергеев В.Н., Смирнова Л.С., Шаповаленко Е.П., Бутба Л.П., Сергеева В.П. Общая и биоорганическая химия. Сборник методических материалов к экзамену для студентов 1 курса лечебного, педиатрического и московского факультетов. М.: изд-во РГМУ, **2011**, 138 с.
  27. Титова А.В., Тарасенко С.А., Калашникова Н.А. Фармацевтическая химия. Сборник методических материалов к экзамену для студентов фармацевтического факультета. М.: изд-во РНИМУ, **2015**, 71 с.
  28. Belavin I.Yu., Besova E.A., Butba L.P., Bylikin S.Yu., Kalashnikova N.A., Negrebetskaya E.A., Negrebetsky Vad.V., Shapovalenko E.P., Sergeeva V.P. Introduction to Chemistry (Workbook for foreign students). Moscow: RSMU, **2007**, 66 p.
  29. Belavin I.Yu., Bylikin S.Yu., Kalashnikova N.A., Men'kov A.A., Oleneva G.I., Shapovalenko E.P., Smirnova L.S., Besova E.A. Workbook for foreign students General and Bioorganic Chemistry. Part 1. General Chemistry. Moscow: RSMU, **2004**, 53 p.
  30. Белавин И.Ю., Бесова Е.А., Быликин С.Ю., Калашникова Н.А., Негребецкая Е.А., Негребецкий Вад.В., Сергеева В.П., Смирнова Л.С., Тарасенко Н.А., Шаповаленко Е.П., Яшина Н.С. Введение в Общую и Биоорганическую химию (Introduction to Chemistry). Сборник методических материалов для слушателей иностранного подготовительного отделения (Workbook for preparatory students). М.: изд-во РНИМУ, **2015**, 104 с.
  31. Белавин И.Ю., Семенова Н.С., Бесова Е.А., Калашникова Н.А., Сергеева В.П. Органическая химия. Учебное пособие по химии для учащихся химико-биологической школы. М.: изд-во РНИМУ, **2016**, 185 с.
  32. Белавин И.Ю., Бесова Е.А., Виноградова И.К., Семенова Н.С., Сергеева В.П., Теплов В.В. Органическая химия. Часть 2. Учебное пособие по химии для учащихся медицинских классов лицеев ОДП РНИМУ им. Н.И.Пирогова. М.: изд-во РНИМУ, **2014**, 82 с.
  33. Белавин И.Ю., Семенова Н.С., Бесова Е.А., Калашникова Н.А., Сергеева В.П. Неорганическая химия. Учебное пособие по химии для учащихся химико-биологической школы. М.: изд-во РНИМУ, **2016**, 201 с.
  34. Белавин И.Ю. Решение задач по химии. М.: ООО «Мистерикс-М», **2006**, 290 с.
  35. Белобородов В.Л., Зурабян С.Э., Лузин А.П., Тюкавкина Н.А. Органическая химия. Книга 1. Основной курс. Ред. Н.А.Тюкавкина. М.: Дрофа, **2002**, 640 с.
  36. Тюкавкина Н.А., Зурабян С.Э., Белобородов В.Л., Лузин А.П., Селиванова И.А., Артемьева Н.Н., Хвостова А.И. Органическая химия. Книга 2. Специальный курс. Ред. Н.А.Тюкавкина. М.: Дрофа, **2008**, 592 с.
  37. Артемьева Н.Н., Белобородов В.Л., Зурабян С.Э., Кост А.А., Лузин А.П., Ручкин В.Е., Селиванова И.А., Тюкавкина Н.А. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии. Ред. Н.А.Тюкавкина. М.: ГЭОТАР-Медиа, **2002**, 384 с.
  38. Зык Н.В. Новейшее пособие для студентов химиков. Высшее образование в России. **2003**, 3, 168.

39. Чалый Г.А. Современный учебник для высшего образования. Фармация. **2003**, 1, 36.
40. Тюкавкина Н.А., Белобородов В.Л., Зурабян С.Э., Селиванова И.А., Лузин А.П., Артемьева Н.Н. Органическая химия. Ред. Н.А.Тюкавкина. М.: ГЭОТАР-Медиа, **2015**, 640 с.
41. Тюкавкина Н.А., Белобородов В.Л., Зурабян С.Э., Лузин А.П., Селиванова И.А., Артемьева Н.Н. Новый учебник «Органическая химия» как ресурс реализации инновационных образовательных технологий. VI Общероссийская конференция с международным участием «Медицинское образование 2015». Сборник тезисов. М.: изд-во Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, **2015**, 423.
42. Зурабян С.Э., Лузин А.П. Органическая химия. Ред. Н.А.Тюкавкина. М.: ГЭОТАР-Медиа, **2016**.
43. Селиванова И.А., Тюкавкина Н.А., Белобородов В.Л., Терехов Р.П., Горкавенко Ф.В., Зубарев П.Д. Формирование информационно-образовательной среды на базе учебных материалов на электронных носителях. VI Общероссийская конференция с международным участием «Медицинское образование 2015». Сборник тезисов. М.: изд-во Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, **2015**, 362.
44. Лузин А.П., Селиванова И.А., Саватеев А.М., Белобородов В.Л., Тюкавкина Н.А., Зурабян С.Э., Артемьева Н.Н., Залеская М.А., Ильясов И.Р., Петришек И.А., Жевлакова А.К., Завадская Н.Н. Органическая химия: тестовые задания. Учебно-методическое пособие. М.: изд-во Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, **2014**, 130 с.
45. Лузин А.П., Селиванова И.А., Саватеев А.М., Белобородов В.Л., Тюкавкина Н.А., Зурабян С.Э., Артемьева Н.Н., Залеская М.А., Ильясов И.Р., Петришек И.А., Жевлакова А.К., Завадская Н.Н. Органическая химия: тестовые задания. Учебно-методическое пособие. М.: изд-во Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, **2014**. ФГУП НТЦ «Информрегистр». Регистрационное свидетельство обязательного федерального экземпляра электронного издания: № 35046 от 24 февраля 2014 г.
46. Жевлакова А.К., Белобородов В.Л., Тюкавкина Н.А., Селиванова И.А. Органическая химия. Контролирующие материалы для студентов. Учебно-методическое пособие. М.: изд-во Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, **2013**. ФГУП НТЦ «Информрегистр». Регистрационное свидетельство обязательного федерального экземпляра электронного издания: № 33459 от 14 октября 2013 г.
47. Тюкавкина Н.А., Селиванова И.А. Биофлавоноиды: графический материал к курсу лекций. Учебно-методическое пособие. М.: изд-во Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, **2013**. ФГУП НТЦ «Информрегистр». Регистрационное свидетельство обязательного федерального экземпляра электронного издания: № 32939 от 30 августа 2013 г.
48. Селиванова И.А., Тюкавкина Н.А. Биофлавоноиды: рабочая тетрадь. Учебное пособие. М.: изд-во Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, **2013**. ФГУП НТЦ «Информрегистр». Регистрационное свидетельство обязательного федерального экземпляра электронного издания: № 32938 от 30 августа 2013 г.
49. Селиванова И.А., Зубарев П.Д., Тюкавкина Н.А., Белобородов В.Л., Лузин А.П., Саватеев А.М., Зурабян С.Э., Артемьева Н.Н., Залеская М.А., Ильясов И.Р., Петришек И.А., Жевлакова А.К., Завадская Н.Н. Органическая химия. Тестовый тренажер. Учебное пособие. М.: изд-во Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, **2014**. ФГУП НТЦ «Информрегистр». Регистрационное свидетельство обязательного федерального экземпляра электронного издания: № 36808 от 4 августа 2014 г.
50. Селиванова И.А., Тюкавкина Н.А., Горкавенко Ф.В., Райсян А.С., Евсеев М.А., Кутнер А.О., Носкова Н.И., Зубарев П.Д., Никачев Н.Е. Биофлавоноиды: эталоны ответов к аудиторным заданиям. Учебно-методическое пособие. М.: изд-во Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, **2014**. ФГУП НТЦ «Информрегистр». Регистрационное свидетельство обязательного федерального экземпляра электронного издания: № 35817 от 16 мая 2014 г.
51. Селиванова И.А., Тюкавкина Н.А., Белобородов В.Л., Лузин А.П., Зубарев П.Д., Воронин К.С. Органическая химия. Межвузовская олимпиада. Учебно-методическое пособие. М.: изд-во Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, **2014**. ФГУП НТЦ «Информрегистр». Регистрационное свидетельство обязательного федерального экземпляра электронного издания: № 36131 от 10 июня 2014 г.
52. Белобородов В.Л., Саватеев А.М., Ильясов И.Р., Тюкавкина Н.А. Разработка и внедрение элективного курса «Физико-химические методы исследования органических соединений». Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Создание новых физиологически активных веществ. Материалы III Всероссийской научно-методической конференции. Воронеж, **2007**, 38.
53. Ильясов И.Р., Белобородов В.Л. Включение современных способов исследования антирадикальной активности в дисциплину по выбору «физико-химические методы исследования органических соединений». V конференция с международным участием «Медицинское образование-2014». М.: изд-во Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, **2014**, 196.
54. Тюкавкина Н.А. Биофлавоноиды: химия, пища, лекарства, здоровье. Актовая речь. М.: ООО «Издательский дом «Русский врач», **2002**, 56 с.
55. Тюкавкина Н.А., Саватеев А.М., Селиванова И.А., Хвостова А.И. Мультимедийные технологии как фактор повышения эффективности преподавания элективного курса. Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Создание новых физиологически активных веществ. Материалы III Всероссийской научно-методической конференции. Воронеж, **2007**, 133.
56. Тюкавкина Н.А., Селиванова И.А. Биофлавоноиды: графический материал к курсу лекций. Учебно-методическое пособие. М.: изд-во Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, **2013**, 58 с.
57. Селиванова И.А., Тюкавкина Н.А. Биофлавоноиды: рабочая тетрадь. Учебное пособие. М.: изд-во Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, **2013**, 72 с.
58. Pétrichek I.A., Jevlakova A.K. Chimie organique. Guide de travaux pratiques en laboratoire. Réd. S.E.Zourabian. Enseignant consul-

- tant de la rédaction française N.V.Licitsyna. M.: ООО «Издательский дом «Русский врач», **2003**.
59. Pétrichек I.A., Jevlakova A.K., Zourabian S.E. La chimie organique. Questions à choix multiples (Q.S.M.). Enseignant consultant de la rédaction française N.V.Licitsyna. M.: ООО «Издательский дом «Русский врач», **2005**.
60. Pétrichек I.A., Jevlakova A.K., Zourabian S.E. La chimie organique. Recueil des problèmes et des exercices. Enseignant consultant de la rédaction française V.N.Linkova. M.: ООО «Издательский дом «Русский врач», **2006**.
61. Selivanova I., Markovina I., McFarland J., Zubarev P., Beloborodov V., Tiukavkina N., Gorkavenko F., Zurabyan S., Buravlev E., Terehov R., Voronin K., Artemieva N., Jevlakova A., Pyasov I., Lusin A., Petrishek I., Savvateev A. Organic chemistry test simulator. Органическая химия тестовый тренажер. Учебное пособие на английском языке. М.: изд-во Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, **2017**. ФГУП НТЦ «Информрегистр». Регистрационное свидетельство обязательного федерального экземпляра электронного издания: № 49666 от 5 мая 2017 г.
62. Selivanova I., Markovina I., Zubarev P.D., Tiukavkina N.A., Lusin A.P. Stereochemistry of organic molecules. Стереохимия органических молекул: учебное пособие (видеофильм) на английском языке. М.: изд-во Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, **2017**. ФГУП НТЦ «Информрегистр» Регистрационное свидетельство обязательного федерального экземпляра электронного издания: № 49665 от 5 мая 2017 г.
63. Селиванова И.А., Белобородов В.Л., Терехов Р.П., Горкавенко Ф.В. Инновационный вектор в организации работы студенческого научного кружка. Сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновации в здоровье нации». Санкт-Петербург: изд-во Гос. хим.-фарм. академии, **2016**, 563.
64. Селиванова И.А., Тюкавкина Н.А., Белобородов В.Л., Лусин А.П., Воронин К.С., Терехов Р.П., Горкавенко Ф.В., Зубарев П.Д. Межвузовская олимпиада по органической химии как элемент внеаудиторной образовательной деятельности. Фармация. **2016**, 2, 53.
65. Невская Е.Ю., Сорокина Е.А., Шешко Т.Ф. Естественнонаучное образование: тенденции развития в России и в мире. Ред. В.В.Лунина, Н.Е.Кузьменко. М.: изд-во Моск. ун-та, **2011**, 220.
66. Невская Е.Ю., Сорокина Е.А., Шешко Т.Ф. Тестирование как форма текущего и рубежного контроля по химии для студентов РУДН. XIX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Тез. докл. **2016**, 4, 528.
67. Невская Е.Ю., Харламова Л.В. Международная аккредитация образовательных программ. Опыт РУДН. Пятая Всероссийская научно-практическая конференция «Менеджмент качества в образовании». Тез. докл. С.-Петербург, **2013**, 44.
68. Приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 № 210 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата)» (Зарегистрировано в Минюсте России 07.04.2015 № 36766).
69. Приказ Минобрнауки России от 07.08.2014 № 937 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата)» (Зарегистрировано в Минюсте России 25.08.2014 № 33805).
70. Приказ Минобрнауки России от 06.03.2015 № 177 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (уровень бакалавриата)» (Зарегистрировано в Минюсте России 31.03.2015 № 36650).
71. Приказ Минобрнауки России от 12.09.2016 № 1174 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (уровень специалитета)» (Зарегистрировано в Минюсте России 26.09.2016 № 43808).
72. Приказ Минобрнауки России от 23.09.2015 № 1042 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 Химия (уровень магистратуры)» (Зарегистрировано в Минюсте России 19.10.2015 № 39357).
73. Chandrasckhar S., Sadashiva B.K., Suresh K.A. *Pramana*. **1977**, 9, 471.
74. Laschat S., Baro A., Steinke N., Gisselmann F., Hägele C., Scaglia G., Judele R., Kapatsina E., Sauer S., Schreivogel A., Tosoni M. *Angew. Chem., Int. Ed.* **2007**, 46, 4832.
75. *Supramolecular Materials for Opto-Electronics*. Ed. N.Koch. The Royal Society of Chemistry. **2015**, Ch. 1, 1–52.
76. Luponosov Y.N., Min J., Solodukhin N., Kozlov O.V., Oberezkova M.A., Perequodova S.M., Ameri T., Chvalun S., Pshechnikov M.S., Brabec Ch.J., Oinomarenko S.A. *Org. Electronics*. **2016**, 32, 157.
77. Жидкие кристаллы: дискотические мезогены. Ред. Н.В.Усольцева. Иваново: изд-во Иван. гос. ун-та, **2004**, 546.
78. Папулов Ю.Г., Виноградов М.Г. *ЖФХ*. **1994**, 68, 1000.
79. Усольцева Н.В., Аكوпова О.Б., Жарникова Н.В., Смирнова А.И., Бумбина Н.В., Ковалева М.И. Свидетельство о гос. регистрации базы данных РФ № 2017620388 от 6 апреля 2017 г. «Звездообразные дискотические соединения».
80. Tschieske C. *Angew. Chem., Int. Ed.* **2013**, 52, 8828.
81. Аكوпова О.Б., Ковалёва М.И. *Жидк. крист. и их практич. использ.* **2014**, 14, 21.
82. Аковов Д.А., Аكوпова О.Б. *ЖСХ*. **2002**, 43, 1139.
83. Цыкало А.Л. Дис. ... докт. хим. н. Одесса, **1983**.
84. Москвин Д.О., Соцкий В.В. Свидетельство № 1012669998 об официальной регистрации программы для ЭВМ «Система расчета ван-дер-ваальсовых взаимодействий VDWFоrceCompMD» в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. М., **2012**.
85. Москвин Д.О. Свидетельство № 2015661627 об официальной регистрации программы для ЭВМ «Система анализа надмолекулярной организации кристаллов CoordNumbDistrib» в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. М., **2015**.

86. Moskwin D.O., Sotsky V.V., Danilova E.A., Kudayarova T.V., Smirnova A.I., Usol'tseva N.V. *Acta Phys. Polonica. A.* **2015**, *127*, 950.
87. Москвин Д.О. Дис. ... канд. физ.-мат. н. Иваново, **2016**.
88. Приказ Минобрнауки России от 30.06.2014 № 869 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)» (Зарегистрировано в Минюсте России 20.08.2014 № 33718).
89. <http://orgchem.ru/>.
90. <http://do.ssau.ru/moodle/course/view.php?id=112>.
91. <http://do.ssau.ru/moodle/course/view.php?id=62>.
92. <http://do.ssau.ru/moodle/course/view.php?id=237>.
93. <http://do.ssau.ru/moodle/course/view.php?id=3>.
94. <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>.
95. <http://window.edu.ru/resource/435/2435>.
96. <http://do.ssau.ru/>.
97. Программа ISIS/Draw. <https://en.wikipedia.org/wiki/ISIS/Draw>.
98. Программа ACD/ChemSketch Freeware. <http://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/>.
99. Программа Avogadro. <https://avogadro.cc>.
100. Программа Discovery Studio Visualizer. <http://accelrys.com/products/collaborative-science/biovia-discovery-studio/visualization-download.php>.
101. Программа Jmol. [www.jmol.org](http://www.jmol.org).
102. Пакет SCIGRESS Suite. [http://www.fqs.pl/chemistry\\_materials\\_life\\_science/products/scigress](http://www.fqs.pl/chemistry_materials_life_science/products/scigress).
103. Программа PASS Professional. <http://pass.ibmh.msk.su/>.
104. Aksenov A.V., Magedov I.V., Smushkevich Yu.I. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. I.* **1992**, 759.
105. Aksenov A.V., Polykarov A.Yu., Smushkevich Yu.I., Magedov I.V. *J. Chem. Res. S.* **1994**, 402.
106. Захаров В.М., Гуревич П.А., Гаврилова Е.Л., Кочнев А.М. *Вестн. Казан. технолог. ун-та.* **2013**, *16* (22), 373.
107. Анисков А.А., Григорьева Э.А., Ключкова И.Н. Сборник задач по курсу «Масс-спектрометрия в органической химии». Учеб.-метод. пособие для студ. Ред. И.Н.Ключкова. Саратов: ИЦ «Наука», **2009**, 60 с.
108. Анисков А.А., Варшаламедзе И.Э., Голиков А.Г., Григорьева О.А., Ключкова И.Н., Кривенько А.П., Никишин А.Ю., Поплевина Н.В., Сорокин В.В., Федотова О.В., Фомина Ю.А. Определение строения карбо- и гетероциклических соединений спектральными методами. Саратов: ИЦ «Наука», **2010**, 234 с.
109. Федотова О.В., Мажукина О.А. Химические основы биологических процессов (экспериментальные и теоретические задачи). Учеб.-метод. пособие. Саратов: Издательский центр «Наука», **2013**, 130 с.
110. Егорова А.Ю., Фомина Ю.А. Лабораторные работы по химии неуглеводородных соединений нефти. Саратов: Научная книга, **2013**, 50 с.
111. Егорова А.Ю., Мажукина О.А. Химия пищи. Саратов: Издательский центр «Наука», **2014**, 95 с.
112. Анискова Т.В., Егорова А.Ю. Конденсация Михаэля в ряду пяти-, шестичленных гетероциклов, содержащих лактонный (лактамный) фрагмент. Саратов: ИЦ «Наука», **2015**, 70 с.
113. Мажукина О.А. Органическая химия. Экспериментальные задачи [Электронный ресурс]. Учебно-методическое пособие. Саратов. **2015**, 54 с (<http://library.sgu.ru> ID 1484).
114. Гулай Т.В., Крылатова Я.Г. Прикладная химия [Электронный ресурс]. Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки бакалавриата 44.03.01 – Педагогическое образование (профиль Химия). Саратов. **2015**, 57 с (<http://library.sgu.ru> ID 1463).
115. Кожина Л.Ф., Косырева И.В., Черкасов Д.Г., Крылатова Я.Г., Анисков А.А. Учимся учиться. Задачи с решениями муниципального этапа олимпиады школьников по химии 2015 г. Учебно-методическое пособие, **2016** (2), 43 с (<http://library.sgu.ru> ID 1500).
116. Кривенько А.П., Астахова Л.Н. Реакции электрофильного замещения в аренах. Учеб. пособие для студентов химических специальностей университетов. Саратов: Научная книга, **2008**, 54 с.
117. Сорокин В.В. Нуклеофильное замещение и элиминирование в алифатическом ряду. Учебно-методическое пособие по общему курсу органической химии для химических специальностей. Саратов: изд-во Саратов. ун-та, **2016**, 80 с.
118. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/fizfak/1year/program.pdf>.
119. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/fizfak/3year/lectprog.pdf>.
120. [http://biophys.phys.msu.ru/images/Programms/3-year/Organic-Chemistry\\_Skornyakov.pdf](http://biophys.phys.msu.ru/images/Programms/3-year/Organic-Chemistry_Skornyakov.pdf).
121. [http://medphys.phys.msu.ru/l\\_osn\\_him.html](http://medphys.phys.msu.ru/l_osn_him.html).
122. Панфилов С.Т., Колобов А.В., Овчинников К.Л., Стомпелев И.Е., Кофанов Е.Р. *Хим. технол.* **2010**, *11* (9), 522.
123. Овчинников К.Л., Рожков С.С., Черкалин М.С., Колобов А.В., Кофанов Е.Р. *Изв. вузов. Сер. хим. и хим. технол.* **2011**, *54* (8), 39.
124. Рожков С.С., Овчинников К.Л., Курманов А.М., Колобов А.В., Кофанов Е.Р. *Изв. вузов. Сер. хим. и хим. технол.* **2011**, *54* (9), 25.
125. Овчинников К.Л., Черкалин М.С., Курманов А.М., Садовникова Я.В., Колобов А.В., Кофанов Е.Р. *Изв. вузов. Сер. хим. и хим. технол.* **2011**, *54* (9), 36.
126. Рожков С.С., Овчинников К.Л., Курманов А.М., Колобов А.В. *Изв. вузов. Сер. хим. и хим. технол.* **2011**, *54* (10), 100.
127. Курманов А.М., Овчинников К.Л., Колобов А.В., Кофанов Е.Р., Черкалин М.С., Садовникова Я.В. Пат. 2455004 (2011). РФ. *Б.И.* **2012**, № 19.