

О ФУНДАМЕНТАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТСКОМ ОБРАЗОВАНИИ: ИЗ ПРАКТИКИ ХИМИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ

Кузьменко Н.Е., Лунин В.В., Агеев Е.П., Рыжова О.Н.

Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация

Уровень интеллекта нации – вот что определяет сегодня место того или иного государства в мировой таблице о рангах.

В. Садовничий [1; диалог седьмой, стр. 192]

В начале февраля 2008 г. Президент Российской Федерации В.В. Путин выступил на расширенном заседании Госсовета в Кремле с программой развития страны до 2020 года. Суть этой программы можно передать словами самого Президента: «Россия не раз уже доказывала, что может сделать то, что другим кажется невозможным. В послевоенные годы мы совершили индустриальный рывок и первыми освоили космос. А за последние несколько лет уверенно восстановились после хаоса 90-х. Сегодня мы ставим гораздо более амбициозную задачу – достичь качественного изменения жизни, качественного изменения страны, ее экономики и социальной сферы». Среди ключевых направлений развития страны В.В. Путин выделил **образование**: «Будущее России, наши успехи зависят от образования и здоровья людей, от их стремления к самосовершенствованию и использованию своих навыков и талантов. **В России есть и богатые традиции, и потенциал** (выделено авторами), чтобы сделать наше образование – от школы до университета – одним из лучших в мире. Образовательная система должна вобрать в себя самые современные знания и технологии».

Выше мы сделали акцент на традициях и потенциале отечественного образования. Одной из важнейших традиций университетского образования является его фундаментальность [2]: «*Фундаментальность высшего образования* – это соединение научного знания и процесса образования, дающее понимание того факта, что все мы живем по законам природы и общества, игнорирование которых малограмотным или невежественным человеком опасно для окружающих». Фундаментальность образования подразумевает, что студенты очень рано начинают приобщаться к научным исследованиям за счет ранней специализации. Они практически сразу же включаются в работу кафедры, попадают в научный коллектив, работают над научной тематикой вместе со студентами старших курсов и аспирантами¹, и, конечно же, под руководством профессоров, преподавателей или научных сотрудников, которые сами находятся на переднем рубеже в своей области знаний. Таким образом, вопрос о кадровом потенциале учебного заведения – один из ключевых вопросов образования и, в пер-

¹ Это возможно в рамках именно традиционного подхода в университетском образовании. В рамках же насаждаемой сегодня двухуровневой системы (бакалавриат плюс магистратура) кафедральная система практически разрушается; подробно об этом см. в работах [3,4].

вую очередь, его качества. В этой связи мы полностью солидарны с позицией В.А. Садовниченко (диалог седьмой, стр. 206 [1]) и реализуем ее в практической деятельности химического факультета: «Вообще мы не делали и не делаем принципиального различия между ученым и преподавателем. Вряд ли в университетском образовании, главным стержнем которого является обеспечение «научного образования», а подготовка научных работников – основной целью, такое разделение или различие возможно. В Московском университете такое деление вообще отсутствует. Если оно и есть, то на бюрократическом уровне в форме так называемого штатного расписания, принятого в государственных органах управления, где перечислены университетские должности и соответствующие им зарплаты: преподавательские – заведующий кафедрой, профессор, доцент, старший преподаватель, ассистент; научные – заведующий лабораторией, старший научный сотрудник, младший научный сотрудник, лаборант. Но такая структура штатного расписания с позиций сегодняшнего дня – скорее реликт прошлого, нежели экономический и карьерный регулятор, а тем более ступени служебной иерархической лестницы».

В настоящей статье рассмотрены некоторые особенности подготовки высококвалифицированных специалистов на примере одного из ведущих отечественных химических вузов – на химическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова.

На факультете работают 10 действительных членов и 8 членов-корреспондентов Российской академии наук, более 250 докторов наук и около 700 кандидатов наук, обучаются более 1000 студентов и около 300 аспирантов. Ежегодно факультет выпускает до 200 высококвалифицированных специалистов по важнейшим разделам химических наук – от теоретической квантовой химии до химической технологии и биотехнологии. Его выпускники востребованы как в России, так и в самых авторитетных университетах и научно-исследовательских центрах всего мира.

На факультет осуществляется единый прием, без разделения на потоки и отделения, однако после успешной сдачи вступительных экзаменов и зачисления в МГУ, будущие первокурсники могут или остаться в группах **общего потока**, или подать заявление о зачислении в одну из **специализированных групп**. Отметим, что в спецгруппы (всего их четыре) проводится *отбор* студентов на собеседовании после зачисления. В спецгруппах студенты с первого курса изучают вместе с общими курсами еще и специальные дисциплины. Кроме того, математика, физика, программирование и ряд других учебных дисциплин в этих группах преподаются по углубленным программам.

На протяжении пяти лет обучения, как для студентов общего потока, так и для студентов специализированных групп учебный план химического факультета предполагает изучение разнообразных учебных дисциплин, которые можно сгруппировать в несколько циклов (химический, физический, математический, гуманитарный и пр.). Общее число академических часов по каждому из учебных планов составляет величину примерно 5500. В табл. 1 приведены объемы химических и физических дисциплин

лин, которые необходимо освоить студенту химического факультета МГУ на протяжении пяти лет обучения.

Таблица 1

Дисциплины химического и физического циклов в учебных планах химического факультета МГУ (число аудиторных часов)

Дисциплины	Группы химического факультета				
	Общий поток	Специализированные группы			
		10	11	12	13
Химические дисциплины					
Неорганическая химия	444	412	394	444	444
Аналитическая химия	358	306	306	306	340
Органическая химия	444	444	304	356	376
Физическая химия	340	340	356	340	340
Кристаллохимия	54	54	72	72	54
Строение молекул	72	126	72	54	126
Коллоидная химия	108	108	108	108	108
Высокомолекулярные соединения	111	111	111	111	111
Химическая технология	120	90	120	120	120
Квантовая химия			64		
Доля химических дисциплин в учебном плане данной группы, %	40	35.5	33	36	35.5
Физические дисциплины					
Механика. Электричество	96	64	64	64	64
Колебания. Оптика	144	72	72	72	72
Теоретическая механика	48	48			48
Теоретическая и квантовая механика				48	
Классическая механика и теория поля			96		
Основы квантовой механики	48				
Квантовая механика			72		
Квантовая механика и строение вещества		126			126
Элементы строения вещества	32	32			32
Методы математической физики			96		
Элементы статистической физики				54	
Физика твердого тела				64	
Реальная структура твердого тела				48	
Статистическая термодинамика			72		
Доля физических дисциплин в учебном плане данной группы, %	8.0	7.9	11.2	8.2	7.9

Уже из наименований дисциплин этих двух циклов становится совершенно очевидно, что их изучение просто невозможно без должной математической подготовленности студентов. Именно поэтому² кафедры математического анализа и теории вероятностей механико-математического факультета МГУ преподают на химическом факультете серию математических дисциплин. Сложившаяся практика преподавания математических дисциплин на химическом факультете подробно освещена в работах

² По этой же причине в перечне вступительных экзаменов на химическом факультете обязателен экзамен по математике; всего таких экзаменов четыре: математика (письменно), физика (письменно), русский язык и литература, химия (письменно).

[5, 6] и является, на наш взгляд, наглядным примером межфакультетского сотрудничества в Московском университете.

В настоящей статье главное внимание уделено особенностям преподавания на химическом факультете физико-химических дисциплин (выделены в табл. 1 курсивом) и, прежде всего, дисциплины «Физическая химия» как центральной и связующей все дисциплины химического цикла.

Самое большое количество часов для изучения физической химии отведено в специализированной группе **физико-химиков** (11-е группы) – 356 часов; во всех остальных группах на ее изучение отводится 340 учебных часов.

Программа дисциплины «Физическая химия» охватывает основные разделы курса физической химии, можно даже сказать ее «классические» разделы, имея в виду то обстоятельство, что не только в МГУ, но и в большинстве других университетов ряд разделов традиционной физической химии, таких как коллоидная химия, строение молекул, кристаллохимия (см. табл. 1) имеют статус самостоятельных курсов (учебные программы всех этих дисциплин можно найти в сборнике [7] или же на сайте химического факультета МГУ www.chem.msu.ru).

Изучение физической химии продолжается в течение двух семестров. В 6-ом семестре III курса рассматриваются следующие разделы: основы химической термодинамики; термодинамика растворов; фазовые равновесия; химические и адсорбционные равновесия; элементы статистической термодинамики; элементы линейной термодинамики необратимых процессов. В 7-ом семестре IV курса студенты изучают: феноменологическую кинетику; теории химической кинетики и фотохимию; катализ; теорию растворов электролитов; электропроводность; ЭДС и термодинамику электрохимических цепей; двойной электрический слой; кинетику электродных процессов.

Каково же место физической химии в образовании студента-химика, и каких целей стремятся достичь преподаватели и научные сотрудники кафедры физической химии³, которые преподают на факультете все физико-химические дисциплины (за исключением курса коллоидной химии [8])? Все химические дисциплины используют физико-химические модели, методы и абстракции для изучения и описания изучаемых явлений. Однако изложить (даже на химическом факультете) все актуальные аспекты физической химии просто невозможно из-за необъятности полученных к настоящему времени научных данных. *Поэтому очевидно, что акцент в преподавании нужно делать на восприятие идей, законов, принципов, концепций и обобщений.* Выдающийся химик, ректор МГУ конца 40-х – начала 50-ых годов прошлого века, академик А.Н. Несмеянов на лекциях говорил студентам: «Весь фактический материал вы можете найти в учебниках, а задача профессоров Московского университета – научить вас думать». Отсюда основную цель обучения физической химии можно

³ В настоящее время кафедра физической химии – крупнейшая в МГУ. Это коллектив из 300 сотрудников, среди них – более 50 докторов и более 170 кандидатов наук (см. далее табл. 2).

сформулировать следующим образом: дать возможность будущему специалисту-химику любой специализации (органику, биохимику и т.п.) творчески и эффективно использовать в своей работе быстро развивающиеся физико-химические модели.

Изложение «классических» разделов физической химии (см. выше) *на лекциях*⁴ (4 часа в неделю) ведется на строгой научной основе и базируется на классических современных учебниках [9-13].

В процессе преподавания физической химии *особую роль играют семинарские* (2 часа в неделю) *и практические лабораторные* (4 часа в неделю) *занятия*.

На семинарах по физической химии теоретические сведения, полученные студентами на лекциях и из учебников, иллюстрируются решением задач различной степени сложности. Традиционное построение семинарского занятия следующее: 1) теоретическое введение к каждому разделу, содержащее основные определения и формулы; 2) примеры решения задач; 3) задачи для самостоятельного решения. Такая форма изложения, по нашему мнению, является оптимальной.

В лабораторном практикуме студенты выполняют серию практических задач. В 6-ом семестре: «Определение энергии сгорания органического вещества и расчёт его энтальпии образования»; «Определение энтальпии растворения соли в воде в открытом калориметре»; «Измерение теплоемкости металлов, солей и оксидов»; «Определение энтальпии испарения и нормальной температуры кипения индивидуальных жидкостей методом тензиметрии»; «Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных системах»; «Равновесие конденсированных фаз»; «Изучение фазовых диаграмм трехкомпонентных систем с ограниченной взаимной растворимостью»; «Определение констант равновесия и других термодинамических характеристик реакций по спектральным данным»; «Определение изотерм и теплот адсорбции из хроматографических данных»; «Применение газовой хроматографии для определения термодинамических характеристик сорбции». В 7-ом семестре это «Изучение кинетических закономерностей реакции иодирования ацетона»; «Гомогенно-каталитическая реакция гидролиза сложного эфира»; «Кинетика фотохимического разложения перекиси водорода»; «Исследование кинетики пероксидазного окисления иодид-ионов перекисью водорода»; «Изучение кинетики гетерогенно-каталитической реакции импульсным газохроматографическим методом»; «Изучение кинетики каталитического разложения перекиси водорода на платиновых катализаторах»; «Изучение зависимости ЭДС от температуры»; «Концентрационные цепи»; «Определение константы диссоциации слабой одноосновной кислоты»; «Кондуктометрическое титрование».

Таким образом, при изучении курса физической химии студенты химического факультета МГУ в течение двух семестров должны прослушать лекции (4 часа в неделю), посещать семинарские занятия (2 часа в неделю), отработать лабораторные занятия (4 часа в неделю), выполнять домашние задания, написать и сдать контрольные работы (3-4 в семестр), сдать 6 теоретических коллоквиумов в семестр, выполнить и

⁴ Заметим, что посещение лекций для студентов университета не является обязательным.

защитить экспериментальную или теоретическую курсовую работу (в конце седьмого семестра). Курсовая работа представляет собой небольшое научное исследование. Изучение курса физической химии в каждом семестре заканчивается экзаменом.

Из всего вышеизложенного следует, что практическая реализация учебного цикла (лекции, семинары, лабораторные практикумы) только одной физико-химической дисциплины для более чем 200 студентов требует мощного кадрового ресурса профессоров и преподавателей, научных сотрудников, а также учебно-вспомогательного персонала (лаборанты, инженеры и техники). Так, для чтения лекций требуются пять высококлассных лекторов (один для общего потока и четыре в специализированных группах). Для оптимизации обучения на семинарских и лабораторных занятиях каждая учебная группа (в среднем двадцать человек) разбивается на две подгруппы и, следовательно, для проведения этих занятий в каждом семестре необходимо 24 преподавателя (в 4-х специализированных и 8 группах общего потока). Каждая курсовая работа (а всего их более 200) выполняется под индивидуальным руководством научного руководителя в одной из научных лабораторий кафедры (см. ниже).

Как мы уже подчеркивали в первом разделе, химический факультет руководствуется принципом активного сочетания научной работы сотрудников с педагогической. Применительно к кафедре физической химии это выглядит следующим образом. В структуру кафедры входят 13 научных лабораторий и учебный практикум. Простое перечисление лабораторий и их квалификационный состав (см. табл. 2) позволяет судить о кадровом потенциале, задействованном в преподавании курса физической химии, а также ряда других физико-химических дисциплин (и не только студентам химического факультета!).

Таблица 2

Структурные подразделения кафедры физической химии

Подразделения	Общее число сотрудников	Доктора наук	Кандидаты наук	Преподавательские штаты
<u>Научные лаборатории</u>				
1. Адсорбции и газовой хроматографии	22	7	12	3
2. Катализа и газовой электрохимии	49	7	33	7
3. Кинетики и катализа	18	4	12	3
4. Кристаллохимии	15	1	10	3
5. Молекулярной спектроскопии	24	5	14	7
6. Молекулярных пучков	14	1	5	–
7. Растворов	13	2	8	2
8. Стабильных изотопов	31	6	14	7
9. Строения и квантовой механики	25	5	16	8
10. Термохимии	27	6	16	3
11. Химической кибернетики	14	2	6	2
12. Химической термодинамики	24	4	16	3
13. Электронографии	18	3	9	1
Учебный практикум	10	–	2	–
Всего	304	53	173	49

Таким образом, руководствуясь принципом активного сочетания научной и педагогической работы сотрудников, на кафедре стремятся дать педагогические учебные часы научным сотрудникам, а преподавателям по возможности уменьшить учебные часы, чтобы освободить время для научной работы. Это административно сложно, но иного пути нет, и на кафедре неукоснительно следуют этому принципу.

Сложившаяся практика преподавания курса физической химии способствует высокому качеству выпускников химического факультета МГУ и тем самым с удовлетворением подтверждает справедливость слов ректора нашего университета (диалог восьмой, стр. 220 [1]): «Все приведенные мною примеры свидетельствуют об одном: образование, которое дает своим студентам и аспирантам Московский университет, позволяет им успешно осваивать самые различные сферы общественной деятельности. *Основа всего этого – фундаментальность образования*».

Отметим, что преподавание физической химии на химическом факультете совершенствуется на протяжении более 75 лет его функционирования [14]. Курс имеет достаточно устойчивую программу, однако современные достижения науки после тщательного их анализа и обсуждения на методической комиссии кафедры находят свое отражение в преподаваемой дисциплине. Так, в последние годы в программу курса введены новые разделы, посвященные достижениям науки в областях химической динамики в фемтосекундном диапазоне [10] и линейной неравновесной термодинамики [11, 12].

Еще один важный аспект. Организуя учебный процесс, кафедра физической химии стремится его совершенствовать также тесным взаимодействием с другими родственными по научной тематике кафедрами или институтами Российской академии наук. Приведем только два примера. В прошлом году на кафедре электрохимии открыт филиал практикума по физической химии, в котором поставлены задачи по изучению процессов анодного растворения и пассивации металлов электрохимическими методами и по изучению процессов катодного выделения металлов и начальных стадий электрокристаллизации. Подготовлены описания каждой из задач, которые содержат разделы: теоретическое введение, экспериментальная часть, запись и обработка результатов эксперимента (как правило, компьютерная), представление результатов работы, приложения, в которых показаны примеры обработки полученных данных, приведены необходимые справочные данные. Ведут эти задачи в рамках общего практикума по физической химии сотрудники кафедры электрохимии (кураторы – зав. кафедрой электрохимии проф. О.А. Петрий и проф. Г.А. Цирлина).

Усилиями сотрудников кафедр физической химии (доц. А.А. Кубасов, доц. Л.Е. Китаев) и химической кинетики (проф. А.Х. Воробьев, проф. В.Л. Иванов, проф. М.Я. Мельников, доц. И.В. Фок), а также сотрудников Института химической физики РАН (проф. С.Я. Уманский, проф. Б.Р. Шур) под общей редакцией проф. М.Я. Мельникова подготовлено и издано практическое учебное пособие по химической кинетике [13],

которое по широте охвата материала и глубине проникновения в теоретические тонкости рассматриваемых вопросов не имеет аналогов в мировой учебной литературе⁵.

Необходимо отметить, что курс физической химии (а также некоторые другие дисциплины физико-химического цикла) преподается в Московском университете не только студентам-химикам, но и на целом ряде естественных факультетов: *биологическом, фундаментальной медицины, геологическом, биоинженерии и биоинформатики, почвоведения, наук о материалах*. В этом году впервые за многие десятилетия курс физической химии предложен студентам *физического факультета* (см. статью В.В. Еремина в настоящем Сборнике). Преподавание на каждом из этих факультетов имеет свои методические особенности, но это уже предмет отдельного рассмотрения и отдельной статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Икеда Д., Садовничий В. На рубеже веков. Диалоги об образовании и воспитании. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 272 с.
2. Садовничий В.А. Высшая школа России: традиции и современность. Доклад на VII съезде российского союза ректоров 6 декабря 2002 г. В кн.: Материалы комиссии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова по академическим вопросам за 2001–2002 гг. Сборник научно-методических докладов / Под ред. В.И. Трухина, К.В. Показеева. М.: МГУ, 2003, стр. 9–20.
3. Лунин В.В., Шевельков В.Ф., Кузьменко Н.Е., Рыжова О.Н. О двухуровневой системе высшего химического образования. В сб.: Современные тенденции развития химического образования: работа с одаренными школьниками / под ред. В.В. Лунина. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2007, с. 66-73.
4. Швед Е.Н., Розанцев Г.М. Донецкий национальный университет на пути в Болонское пространство. См. настоящий сборник.
5. Лунин В.В., Гаврилов В.И., Чирский В.Г., Кузьменко Н.Е., Рыжова О.Н. Математика в университете: из практики химического факультета. – Высшее образование сегодня, 2006, №7, с. 34-37.
6. Kuz'menko N.E., Lunin V.V., Makarov Yu.N., Ryzhova O.N., Chirsky V.G. Mathematical Disciplines in Chemical Education in University. In: Chemical Education in Russia: Problems and Perspectives / Eds. V.V. Lunin and N.E. Kuz'menko. M.: Golden Bee, 2007, p. 33-43.
7. Программа общих курсов кафедры физической химии. – М.: Химический ф-т МГУ, 1999.
8. Сумм Б.Д., Матвеев В.Н. Коллоидная химия в Московском университете. В кн.: Химия в Московском университете в контексте российской и мировой науки (научные школы, исследования, преподавание). Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 250-летию МГУ им. М.В. Ломоносова и 75-летию Химфака. Москва, 24-26 ноября 2004 г. М.: Изд-во МГУ, 2004. – с. 31-32.
9. Эткинс П. Физическая химия. – М.: Мир, 1980. Т.1,2. (Atkins P. Physical Chemistry. 5th edition. – Oxford Univ. Press, 1994); Эткинс П., де Паула Дж. Физическая химия. В 3-х ч. Ч.1: Равновесная термодинамика. – М.: Мир, 2007. – 494 с

⁵ Допущен УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальности 020101.65-химия.

10. Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В. Основы физической химии. Теория и задачи. – М.: изд-во «Экзамен», 2005. – 480 с.
11. Агеев Е.П. Неравновесная термодинамика в вопросах и ответах. Изд. 2-е, испр. И доп. – М.: МЦНМО, 2005. – 160 с.
12. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. – М.: Мир, 2002. – 461 с.
13. Практическая химическая кинетика. Химическая кинетика в задачах с решениями / под общей ред. М.Я. Мельникова. – М.: Изд-во МГУ; СПб: Изд-во СПбГУ, 2006. – 592 с.
14. Химический факультет МГУ. Путь в три четверти века. Отв. ред. академик В.В. Лунин. – М.: ТЕРРА-Календер, 2005. – 304 с.