

ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

КАК УЧАТ ХИМИИ В КЕМБРИДЖЕ: ИНФОРМАЦИЯ К РАЗМЫШЛЕНИЮ

© 2003 А.И. Коробов

Все познается в сравнении. Химическое образование в Кембридже имеет ряд существенных отличий от той системы, к которой мы привыкли. Сопоставление подходов к обучению химии позволяет взглянуть на привычные проблемы под новым углом. Публикуемый материал – это информация к размышлению. Поэтому она приведена в виде таблиц с краткими комментариями.

Взаимосвязь факультетов и колледжей. Кембриджский университет состоит из факультетов и колледжей, и понять систему образования невозможно без понимания взаимосвязи между ними. Факультет ориентирован в первую очередь на исследовательскую работу и только затем – на учебный процесс. Он подразделяется на исследовательские группы, а не на кафедры. Но в самых общих чертах он похож на привычные нам факультеты. Колледж – это место, где студент обязан жить во время семестра. Отличительная особенность образования в Кембридже и Оксфорде – институт наставников (*supervisor*). Каждый студент имеет в колледже наставника по каждому из выбранных им предметов. Если у студента во время лекции возник вопрос, он с этим вопросом обратится не к лектору (что затруднительно при потоке в 500 человек на первом году обучения), а к своему наставнику. При подготовке к выполнению лабораторной работы студент обсудит ее с наставником. Поэтому, приходя в лабораторию на факультете, студенты начинают работать сразу, без сдачи допусков. При подготовке к экзамену все вопросы студент обсуждает, прежде всего, с наставником. Наставник – это обычно аспирант или молодой научный сотрудник. Наставник занимается со студентами во второй половине дня; одновременно с двумя-тремя студентами. Помимо этого в колледже есть институт тьюторов. Студент в Кембридже имеет очень большой выбор, и тьюторы занимаются, по сути дела, организацией расписания и индивидуальных программ для каждого студента. В колледже есть библиотека, и базовую литературу студент находит именно в этой библиотеке.

Продолжительность обучения. Профессиональным считается четырехлетнее образование, которое заканчивается получением степени магистра. Наряду с этим есть и трехлетний вариант; он заканчивается получением степени бакалавра и рекомендуется тем, кто не собирается в дальнейшем работать как профессиональный химик (юристы, менеджеры, бухгалтеры и т.д.). Первые два с половиной года обучения общие. Дифференциация происходит во второй половине третьего года обучения. У тех, кто решил продолжить обучение, другая программа и другие экзамены.

Семестры. В Кембридже занятия занимают всего 20 недель в году. Первый семестр (*Michaelmas term*) – 8 недель в октябре-декабре. Второй семестр (*Lent term*) – 8 недель в январе-марте. Третий семестр (*Easter term*) – 4 недели в апреле-мае. Экзамены – только в конце 3 семестра. Семестры непривычно короткие, но очень насыщенные. Во второй половине дня много времени занимают занятия с наставниками и семинары, о которых сказано ниже. При знакомстве с программой обращает на себя внимание большой объем рекомендуемой литературы. Так что и в промежутке между семестрами студентам приходится довольно много работать.

Лекция. Продолжительность лекции – 60 минут. На факультете есть пять лекционных аудиторий. Каждая оборудована 2 кадаскопами и лазерным проектором для вывода на экран информации из компьютера. Во время лекций основной материал представляется на прозрачках. Компьютерные презентации готовить намного сложнее, и они используются в основном на семинарах. Есть, конечно, доска и мел, но в Кембридже они используются нечасто. Перед началом лекционного курса (модуля) каждый студент получает конспект с рисунками, таблицами и основными формулами. В этом конспекте он во время лекции делает свои записи и пометки маркерами.

Лекционные курсы (модули). Лекции не делятся на органическую химию, неорганическую химию и т.д. Отношение к такому делению в Кембридже скептическое: выучили неорганику и забыли, выучили органику и забыли. Как видно из приведенных таблиц, самые различные курсы читаются вперемешку. Курсы (модули) вычитываются не парал-

лько, а последовательно. Например, на 1 курсе химия стоит в расписании 3 раза в неделю: Вт – Чт – Сб с 10 часов. Сначала свои лекции вычитывает первый преподаватель, затем – второй и т.д. Основное требование к большинству штатных сотрудников факультета – особенно высшей квалификации – научные исследования, а не чтение лекций. При модульной системе чтения лекций сотрудник часть семестра посвящает в основном преподавательской деятельности, а остальное время может сконцентрировать свои усилия исключительно на научной работе.

Экзамены. Все экзамены письменные за исключением защиты диплома. Они проводятся в конце третьего семестра и охватывают весь материал за год. Наиболее распространенная схема: экзамен состоит из стольких заданий, сколько было в году лекционных модулей; в каждом задании – два вопроса на выбор; требуется ответить на один из них. Экзамен дает 75-80% общей оценки (в зависимости от года обучения); остальное – оценка за лабораторный практикум. Экзаменационная комиссия может менять это соотношение. Принято, что задания составляют не те, кто читал лекции, а проверяют – не те, кто читал лекции и составлял задания. Экзамен пишется и проверяется на факультете. Оценки сообщают студентам в колледжах. Сообщается только общая оценка, оценка за экзамен и оценка за лабораторный практикум. Более детальная информация не сообщается. Возможности пересдать экзамен нет. Строго наказывается списывание.

Выбор. Студенты имеют большой выбор лекционных курсов, причем при переходе на старшие курсы выбор расширяется.

1 год. Всего читается 59 лекций, которые разделены на 5 курсов. Эти лекции слушает около 500 человек. В их число входят студенты всех специальностей, в программу которых включена химия. Поэтому в рамках программы по химии выбора нет. Для первокурсника выбор другой – он выбирает 4 предмета из 26 и в течение первого года обучения может как угодно изменить свою специальность. Например, поступить на специальность «математика», а продолжить обучение по истории искусств. Начиная со второго года обучения, лекции по химии слушает порядка 200 человек.

1 год обучения (в скобках приведено число лекций)	
Лекционные курсы	1 Форма и структура молекул (19)
	2 Реакции и механизмы в органической химии (14)
	3 Энергетика и равновесие (8)
	4 Кинетика химических реакций (6)
	5 Химия элементов (12)
	Всего 59 лекций
Экзамены	Один трехчасовый письменный экзамен. Включает в себя 5 секций, каждая из которых соответствует лекционному модулю. В каждой секции – 2 вопроса, из которых студент выбирает один. Никакой справочной информацией пользоваться не разрешается. Периодическая система входит в выдаваемый материал. Экзамен дает 80% суммарной оценки, 20% дают лабораторные работы. Проходной балл – 30% от максимальной оценки.

2 год. Всего читается 13 лекционных курсов. Они подразделяются на два блока. Химия А – блок более теоретического плана. Он начинается с квантовой механики и ориентирован на понимание микроскопической природы молекул, твердых тел и реакционной способности. Химия В – обзор многообразия химических веществ и их систематизация в терминах ключевых концепций химии (химическая связь, реакционная способность). Можно выбрать только химию А, только химию В, либо оба блока.

2 год обучения (в скобках приведено число лекций)	
Лекционные курсы	Химия А
	1 Введение в квантовую механику (11)
	2 Математика для химиков (6)
	3 Молекулярная спектроскопия (6)
Химия В	
	1 Основные органические реакции (12)
	2 Определение структуры (6)
	3 Электронно-дефицитные соединения (6)

	4 Симметрия и химическая связь (13)	4 Координационная химия (8)
	5 Энергетические уровни молекул и термодинамика (14)	5 Металлоорганика (6)
	6 Электроны в твердых телах (15)	6 Форма и реакционная способность органических соединений(10)
		7 Введение в химическую биологию (11)
Всего 65 лекций		Всего 59 лекций
Экзамены	Два трехчасовых письменных экзаменов. Каждый экзамен включает 7 вопросов; из них нужно ответить на пять.	Два трехчасовых письменных экзамена. Каждый экзамен включает 7 вопросов; из них нужно ответить на пять.

3 год. Всего студентам предлагается **23** лекционных курса. Они разбиты на три уровня. Для успешного завершения курса необходимо набрать **4** кредита первого уровня, **3** кредита второго уровня и **3** кредита третьего уровня. **1** кредит – **12** лекций. Большинство указанных курсов приносит по одному кредиту; некоторые – по два. Выбор курсов зависит, в частности, от того, будет ли студент продолжать учебу, или закончит со степенью бакалавра. Все детали выбора подробно указаны в расписании. Помимо этого студентам третьего года предлагается изучение различных языков, тренинг написания научных текстов, программирование.

3 год обучения			
	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
Лекционные курсы	1 Валентные оболочки в химии переходных элементов	1 Кольца, цепи и сети	1 Химия наиболее тяжелых переходных металлов
	2 Основы органического синтеза	2 Структура и реакционная способность	2 Химия материалов
	3 Молекулярная спектроскопия высокого разрешения	3 Химическая биология I: биологический катализ	3 Химическая биология II: биологические макромолекулы
	4 Теоретические методы	4 Химия атмосферы	4 Контроль в органической химии
	5 Химическая структура и реакционная способность	5 Поверхности и границы раздела	5 Дифракционные методы в химии
	6 Концепции физической химии	6 Статистическая механика	6 Динамика химических реакций
		7 Симметрия и теория возмущений	7 Теория молекулярных орбиталей
		8 Молекулярное распознавание и механизмы органических реакций	8 Металлоорганика в катализе
			9 Введение в химию макромолекул
Экзамены	4 трехчасовых письменных экзамена. Экзамены зависят от того, продолжает студент учебу или нет, а также от того, какие курсы он слушал на 2 году обучения. Поэтому экзаменов много. Но структура каждого из них такая же, как описано ранее: задания по числу лекционных курсов и в каждом – вопросы на выбор. 75% общей оценки дает экзамен, 25% - лабораторный практикум. Проходной балл: 40% максимальной оценки.		

4 год. Всего студентам предлагается **21** лекционный курс. Все это – **advanced lecture courses**. Это означает, что каждый преподаватель представляет в лекциях область своих научных исследований, а в целом лекции охватывают всю научную тематику химического

факультета и дают представление о переднем крае химической науки. Лекционный курс – это обычно **12** лекций; чаще всего читается двумя лекторами пополам. Структура экзамена требует прослушать минимум **3** курса в первом семестре и минимум **3** во втором, но рекомендуется прослушать не менее **8** курсов, а лучше – больше. Помимо этого выполняется научный проект (диплом). Работа выполняется в одной из исследовательских групп факультета. Поскольку научные исследования связаны с риском неудач, то оцениваются не только полученные результаты, но также умение их представить и способности, проявленные при выполнении работы. Нужно заметить, что оценка за исследовательский проект вносит в общую оценку всего **25%**.

4 год обучения		
	1 семестр	2 семестр
Лекционные курсы	1 Основные группы металлоорганики	1 Неорганические кластеры и сети
	2 Надмолекулярная химия	2 Современные методы ЯМР
	3 Биомолекулярная структура и функции	3 Структуры и агрегаты белковых молекул
	4 Медицинская химия	4 Биосинтез
	5 Современная химия полимеров	5 Новые синтетические методы
	6 Стереоселективный органический синтез	6 Синтез: подведение итогов (<i>total synthesis</i>)
	7 Современные дифракционные методы	7 Химия атмосферы
	8 Лазерная спектроскопия и ее применения в химии и биологии	8 Нанохимия и коллоидная химия
	9 Твердые оксиды: электронные свойства и реакционная способность	9 Химия поверхности и гетерогенный катализ
	10 Электронная структура конденсированного состояния	10 Компьютерное моделирование в химии и физике
	11 Энергетические ландшафты и межмолекулярные силы	
Экзамены	Три письменных экзамена по три часа.	
	1 экзамен – по всему материалу. Включает в себя по одному вопросу к каждому лекционному курсу; ответить требуется на 6 . Вопросы краткие и ориентированы на проверку базовых знаний.	
	2 экзамен – по материалу первого семестра. Включает в себя столько заданий, сколько прочитано курсов. В каждом задании – 2 вопроса. Ответить требуется на 4 вопроса минимум из трех разных секций. Вопросы более сложные, чем в первом экзамене.	
	3 экзамен – то же по материалу 2 семестра.	
	На экзамене разрешается пользоваться выданным справочником. Экзамены дают 75% общей оценки; 25% - исследовательский проект. Проходной балл: 40% максимальной экзаменационной оценки + 40 % максимальной оценки за исследовательский проект.	

Лекционная нагрузка. В год на химическом факультете вычитывается **62** разных лекционных курса. Один курс, как правило, состоит из **12** лекций. В сумме это составляет примерно **750-800** лекций в год. Штат факультета насчитывает около **70** человек. В их числе **20** профессоров и **10** лекторов высшей категории (*reader*). Распределяется нагрузка неравномерно. У *teaching fellows* она достигает **40** лекций в год. В противоположность американской системе образования, профессора читают лекции в основном студентам старших курсов, и их нагрузка составляет **5-6** лекций в семестр. Многие курсы читают по **2** лектора; иногда в расписании указан просто координатор курса.

Лабораторный практикум организован по годам обучения. На факультете есть лаборатория для студентов первого года обучения, второго и т.д. Лаборатории большие. В них выставлены все лабораторные работы, запланированные на данный семестр. Для выполнения работы студент записывается на удобное для него время. Лабораторных работ относительно немного. Например, в первом семестре третьего года обучения выполняются **4** работы: (1) определение электропроводности; (2) кинетический изотопный эффект; (3)

электронный спиновый резонанс и (4) HCN/ DCN – ИК определение длины связи. Допуски, как уже отмечалось, студенты не сдают. Придя в лабораторию, они получают разъяснения у технического персонала и приступают к работе. Результаты записываются в лабораторный журнал. Отчет о работе – письменный. Первокурсники должны сдать его в тот же день, студенты старших курсов – до выполнения следующей работы.

Семинары. На химическом факультете проводится много научных семинаров. Обычно с понедельника по четверг в программе на веб-сайте есть один-два интересных семинара. Выступают свои сотрудники, сотрудники родственных факультетов, много приезжих из других городов и стран. Семинары активно посещаются не только аспирантами, но и студентами. В колледжах также проводятся научные семинары для студентов. Каждый из 34 колледжей стремится пригласить интересных лекторов. Это многообразие семинаров в значительной степени определяет ту атмосферу научной жизни, в которую попадает студент и которая мотивирует к учебе сильнее, чем грядущие экзамены.

Библиотека. Основные учебники студент получает в библиотеке своего колледжа. Химический факультет имеет свою библиотеку. В основном это журналы, справочники и основные монографии. Библиотека факультета работает круглосуточно. Есть желание работать – работай. Электронная карточка не только обеспечивает доступ в библиотеку, но и позволяет брать книги на дом в любое время дня и ночи. Новые книги, особенно зарубежные, поступают в основном в центральную библиотеку университета. Доступ к большинству фондов библиотеки открытый: читатель сам идет в хранилище и отыскивает нужную ему книгу. И заодно имеет возможность просмотреть имеющиеся книги по данной тематике, а это гораздо информативнее, чем карточки в каталоге.

Карьера. Студент Кембриджа учится в полной уверенности, что после окончания найдет достойное место работы. Это подтверждается неизменно высоким процентом трудоустройства выпускников. Нужно подчеркнуть, что речь не идет непременно о работе по специальности. Если студент хорошо успевает, к примеру, по специальности «фундаментальная математика», его охотно возьмут на работу и в банк, и в муниципальную структуру, и в страховое агентство. Гораздо большее значение имеет не конкретная специальность, а рейтинг студента. Это является стимулом к получению разностороннего образования. В атмосфере Кембриджа невозможно представить себе вопрос «А зачем мне это нужно?».

Поступила в редакцию 15 декабря 2003 г.