

**ФАКУЛЬТЕТ НАУК О МАТЕРИАЛАХ:
ОПЫТ И ПРОБЛЕМЫ ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
МАТЕРИАЛОВЕДОВ В МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА**

**Путляев В.И., Лукашин А.В., Гудилин Е.А., Шаталова Т.Б.,
Кнотько А.В.**

Факультет наук о материалах МГУ имени М.В. Ломоносова

DOI 10.55959/MSU012061-5-2025-21-50-61

Факультет наук о материалах (ФНМ) – одно из первых учебных подразделений МГУ имени М.И. Ломоносова из числа «новых» факультетов университета, возникших на рубеже 90-х годов и расширивших список традиционных естественнонаучных факультетов. Создание ФНМ явилось откликом на стремительный прогресс в областях науки и техники, находящихся на «стыке», таких как нанотехнологии и наноматериалы, биоматериалы, фотоника, сенсорика, микроэлектроника, спинтроника, ионика твёрдого тела. Обеспечение этих отраслей современными материалами требует от исследователя знаний целого комплекса наук – химии как фундамента для синтеза новых материалов, физики и механики, важных для описания функциональных свойств, а также понимания парадигм современного материаловедения, позволяющих рационально подойти к проблеме создания новых материалов.

Факультет наук о материалах был организован в 1991 году как междисциплинарное подразделение МГУ имени М.В. Ломоносова и Российской академии наук при участии химического, физического и механико-математического факультетов. ФНМ образован по инициативе заведующего кафедрой неорганической химии химического факультета, академика РАН Ю.Д. Третьякова, ставшего его первым деканом, при активной поддержке ректора МГУ В.А. Садовниченко и Президиума АН СССР. Основная задача ФНМ – подготовка кадров

высокой квалификации в области материаловедения (бакалавров, магистров, кандидатов и докторов наук), способных проводить современные научные исследования в областях науки о материалах, связанных с химией, физикой и механикой.

В настоящее время факультет реализует двухступенчатую систему подготовки, набирая в бакалавриат (4 года) и магистратуру (2 года) по 28 бюджетных студентов ежегодно. Сейчас в состав факультета входят две кафедры: наноматериалов (заведующий кафедрой – чл.-корр. РАН Е.А. Гудилин) и междисциплинарного материаловедения (заведующий кафедрой – академик РАН В.М. Иевлев), а также научно-исследовательская лаборатория новых материалов для солнечной энергетики (заведующий лабораторией – к. х. н. А.Б. Тарасов) [1].

Основная учебная деятельность факультета неразрывно связана с реализацией направлений подготовки бакалавров и магистров «Химия, физика и механика материалов». ФНМ выступил разработчиком как федеральных образовательных стандартов разных поколений для этого направления, используемых целым рядом российских университетов (СПбГУ, Воронежским ГУ, Мордовским ГУ, Уральским ФУ, Южным ФУ и другими), так и образовательного стандарта МГУ. С 2011 года МГУ успешно реализует данное направление также в филиале МГУ в г. Душанбе (бакалавриат), а с 2017 года – в совместном университете МГУ–Пекинский политехнический институт (ППИ) в г. Шэньчжэнь, КНР (бакалавриат и магистратура).

Факультет, подобный ФНМ, был и в какой-то мере до сих пор есть нетипичное явление для классического российского университета. Образовательная программа ФНМ более соответствует направлению Materials Science (MS) зарубежных университетов, в то время как материаловедческие программы российских технических университетов более подходят категориям Materials Science and Engineering (MSE) и Materials Engineering (ME). История, проблемы и перспективы ФНМ, а также его образовательные программы подробно освещены в статье Ю.Д. Третьякова с сотрудниками «Воспитание научной

элиты на факультете наук о материалах МГУ» [2]. В более широком контексте образовательная программа ФНМ упомянута в фундаментальном научно-историческом труде известного английского материаловедца Р. Кана «Становление науки о материалах» [3]¹.

С самого начала своей деятельности ФНМ выдвинул ряд инициатив, некоторые из них вошли в практику образовательного процесса на факультете и определяют его лицо, другие же по разным причинам были реализованы не в полной мере. Среди них стоит отметить следующие.

1. Образовательная система ФНМ базируется на **междисциплинарном подходе**, что сейчас выглядит естественным для такой междисциплинарной науки, как материаловедение. Студенты получают фундаментальные знания по высшей математике, химии, физике и механике с опорой на практические работы, а также в рамках комплексных дисциплин материаловедческого профиля. Например, студенты первого курса бакалавриата проходят годичный курс введения в науки о материалах «Материалы: прошлое, настоящее, будущее», который соотнесён с текущими дисциплинами по химии, физике и математике. Принципы, заложенные в основу междисциплинарной системы подготовки кадров ФНМ, доказали свою эффективность и в настоящий момент реализуются в Московском университете в ходе выполнения крупных федеральных проектов на уровне интегрированных межфакультетских структур – Научно-образовательных школ и Передовой инженерной школы МГУ.

2. Для студентов ФНМ «включён» режим **максимального благоприятствования для занятий научной работой**. Это проявляется и в специально составленном учебном плане, который выделяет как

¹ Роберт Кан в главе, посвященной материаловедческому образованию, в разделе 14.4.5. (стр. 535), пишет: «One courageous Russian professor, Yu.D. Tretyakov ... was able to set up Russia's first undergraduate course in materials science (nauk o materialakh) at Moscow's Lomonosov State University, in the form of a five-year programme. There is a degree of chemical emphasis, in view of Tretyakov's background, but on paper, as presented at a meeting at Penn State in 1999... it seems a thoroughly well-conceived and balanced programme, and it appears to be attracting much competition for entry».

минимум целый день на работу в лаборатории **начиная с 1 курса**, поощрении участия студентов в научных грантах, статьях, выступлениях на отечественных и зарубежных научных конференциях, и в частности в обязательном выступлении на внутренних научно-студенческих конференциях ФНМ, которые проводятся дважды в год и носят характер зачёта по дисциплине «НИР студента». «НИР студента» как еже-семестровая дисциплина учебного плана (под разными названиями) существовала на ФНМ с начала его образования; теперь «НИР студента» – обязательное требование к учебному плану любого образовательного стандарта МГУ.

3. Сквозная (тотальная) система рейтинга для оценивания успеваемости студентов. Результаты рейтинга как срез текущей успеваемости для каждого курса обсуждаются на Административном совете ФНМ (аналог деканского совещания) три раза в семестр, и по результатам обсуждения выносятся формальные и неформальные решения.

4. Индивидуальный подход к студенту, выражающийся в наличии у каждого студента куратора (тьютора), который является не только научным руководителем, но и помогает студенту в решении различных проблем, в том числе связанных с успешным освоением учебного плана.

Перечисленные четыре инициативы – неотъемлемая черта факультета и сегодня, на них часто ссылаются, говоря об учебных приоритетах и достижениях ФНМ [1, 2].

Следующие четыре инициативы стали проблемными, ибо реализовать их в полном объеме не удалось.

5. Тесная учебно-научная интеграция с институтами РАН; организация экспериментальных площадок в школах для непрерывного образования «школа – вуз – институт РАН». Наиболее тесное взаимодействие ФНМ имеет с ИМЕТ РАН и ИОНХ РАН.

6. Переход к двухступенчатой системе бакалавр/магистр ФНМ изначально считал приоритетным, мотивируя это внутренними (приток новых, успешных студентов при переходе от бакалавриата к маги-

стратуре) и внешними (взаимодействие с зарубежными университетами) причинами. Фактически ФНМ реализовал эту систему, однако последние государственные решения заставят факультет вернуться к форме специалитета с сохранением магистратуры или её аналога.

7. Активное участие студентов в формулировании своей образовательной траектории, выражающееся, в том числе, в выборе своего набора элективных курсов. В меньшей мере это реализовано в бакалавриате, где образовательный стандарт более жёсткий, в большей – в магистратуре. При переходе факультета на специалитет это может быть реализовано на старших курсах, аналогично тому, как это сделано в настоящее время в магистратуре.

8. Обязательная стажировка в зарубежном университете частично реализована в рамках научно-производственной практики во втором семестре магистратуры, но совершенно определённо реализована стажировка всех магистров в научно-учебных организациях вне стен МГУ (частично зарубежных).

Следующие две инициативы практически не состоялись по целому ряду объективных и субъективных причин.

9. Блочная (интенсивными порциями длительностью менее семестра) подача учебных дисциплин. Она оказалась более приемлемой для преподавания в филиалах МГУ и в совместном университете МГУ–ППИ, где преподавание зачастую проводится «вахтовым» методом.

10. Мультилингвальная языковая среда с обязательным английским и факультативными французским и немецким иностранными языками не состоялась и из-за перегруженности учебного плана, и вследствие слишком разного исходного уровня подготовки студентов.

В рамках статьи для настоящего сборника уместно обсудить химическую составляющую подготовки студентов-материаловедов на ФНМ, тем более что более чем трёхвековой опыт учебной деятельности позволяет сделать некоторые предварительные выводы. Ответим прежде на характерные вопросы, возникающие при знакомстве с об-

разовательной системой факультета, поскольку это касается и химической части образования материаловедов.

Первый, традиционный вопрос связан с востребованностью выпускников факультета. Как и любое образовательное учреждение, ФНМ проводит мониторинг качества обучения и распределения окончивших факультет. Более 90 % выпускников работают в организациях, связанных с профильными наукой и образованием. Значительная часть из них продолжает своё обучение в аспирантуре МГУ, РАН и других организаций. Заметное число выпускников ФНМ – сотрудники факультетов МГУ, прежде всего ФНМ и химического факультетов. Универсальное междисциплинарное образование, соединённое с практическими навыками исследовательской работы, оказывается более предпочтительным в плане карьеры, чем классическое профильное высшее образование. Единственный упрёк, бросаемый ФНМ, состоял в том, что заметное количество выпускников для продолжения образования и карьеры предпочитало зарубежные учебные и научные организации. Однако это количество всегда коррелировало с экономической ситуацией в стране и, кроме того, опять-таки свидетельствовало о реальной востребованности выпускников.

Второй вопрос проистекает из своеобразной дуальности образования на ФНМ: в нём присутствует классическая аудиторно-лабораторная компонента, но также и каждодневная реальная научно-исследовательская работа. Не мешают ли занятия наукой успеваемости студентов? Подобный вопрос правомерен с учётом различного уровня подготовки и прилежания студентов. Вероятно, излишне говорить о пользе научной компоненты как своеобразной практической деятельности, позволяющей осмысливать и закреплять полученные ранее фундаментальные знания и навыки. Во избежание вреда успеваемости научная работа индивидуально дозируется Административным советом через институт персональных научных кураторов и мониторинг успеваемости студента через систему рейтинга. Вопрос о том, насколько распространим такой опыт на более крупные учебные под-

разделения университета, где сложнее обеспечить индивидуальный подход к студенту, остается открытым.

В негласной внутриуниверситетской классификации, а также по официальной классификации министерства высшего образования и науки РФ, ФНМ и направление подготовки «Химия, физика и механика материалов» относят (возможно, спорно) к факультетам и программам химической направленности в связи со значительной долей химических дисциплин в учебном плане; с этой точки зрения ФНМ уступает в преподавании некоторых разделов химии только химическому факультету. Преподавание химии ведётся смешанной командой преподавателей ФНМ и химического факультета, а учебные программы, как правило, адаптированы именно для ФНМ. Проблемы химического образования на ФНМ характерны и для других химических учебных заведений, в том числе и для химического факультета МГУ, но «подсвечены» особенностями образовательной программы ФНМ. Назовём некоторые из этих проблем.

1. *Обновление образовательной программы и обновление содержания отдельных дисциплин* в попытках угнаться за требованиями времени и работодателей наталкиваются на уже имеющуюся *перегрузку учебных планов*. На ФНМ это усложняется ещё и тем, что помимо химической компоненты учебная программа содержит существенное количество физических дисциплин, курсы по механике и материаловедению. Ю.Д. Третьяков в своей работе «Воспитание научной элиты...» отмечал: «Учиться на ФНМ очень нелегко, но те, кто проходят эту школу, получают важное преимущество: выпускники ФНМ одновременно владеют глубокими знаниями химических, физических, и механических свойств веществ...» [2]. Чисто экстенсивная модификация образовательной программы уже вряд ли возможна; это делается за счёт расширения списка элективных курсов вариативной части программы (особенно на этапе магистратуры). Большое значение также имеет устранение дублирования содержания различных курсов, лежащее в зоне ответственности методической комиссии факультета.

2. *Соотношение между отдельными дисциплинами химического цикла.* Образовательная программа химического факультета МГУ предполагает практически равномерное распределение усилий по основным химическим дисциплинам (особенно с учётом специализации на старших курсах). Так, неорганическая, аналитическая, органическая и физическая химия представлены годичными курсами с лекциями, семинарами и практикумами. Разумеется, такое трудно, да и, вероятно, не нужно реализовывать на ФНМ. Некоторые дисциплины отсутствуют в учебных планах факультета (строение молекул, химическая технология), акцент явно сделан на «твёрдотельном» направлении. Пожалуй, лишь неорганическая химия (включающая годичный курс «Общая химия и химия элементов с основами качественного анализа» на 1-м курсе, семестровый курс «Современная неорганическая химия» на 4-м курсе бакалавриата, дисциплины магистерских программ по выбору на 2-м курсе магистратуры «Координационная химия», «Супрамолекулярная химия», «Бионеорганическая химия», «Нанохимия») и физическая химия (включает семестровые курсы «Химическая термодинамика и кинетика», «Фазовые равновесия и термодинамика твёрдофазных реакций» – оба на 3-м курсе, «Электрохимия» – на 4-м курсе бакалавриата) преподаются в сопоставимых или, может быть, даже больших объёмах.

Насколько оправдан такой перекося? Опрос студентов, проводимый администрацией факультета, показал, что им не хватает органической химии и курсов по квантово-химическим/атомистическим расчётам. В качестве реакции на этот запрос в своё время были введены соответствующие спецкурсы, а также дисциплины по выбору «Химия металлорганических и гибридных материалов» (4-й курс бакалавриата) и курсы по расчётным методам в строении вещества на 4-м курсе бакалавриата и в магистратуре.

3. *Новые формы и методы обучения.* Речь идёт не столько о применении технических средств – мультимедиа, дистанционного обучения и прочее (это требует отдельного обсуждения), сколько о соотношении трёх составляющих аудиторной работы – лекций, се-

минаров и практикумов, а также о рациональном использовании часов самостоятельной работы. Лекции на курсе с численностью 25–30 студентов ближе к семинару, чем к поточной лекции, но и с точки зрения формального соотношения часов на ФНМ семинарам и практикум отведен приоритет перед лекционной работой. На примере сопоставления курсов «Неорганическая химия» химического факультета и «Общая химия и химия элементов...» ФНМ можно увидеть одинаковое количество часов на лабораторный практикум, при этом лекций на ФНМ в два раза меньше, а семинаров в два раза больше (причём в первой половине семестра даже в три раза больше).

Другой аспект связан с разбиением курса на семинарские группы (были опробованы варианты разбиения на четыре и три группы, сейчас практикуется разбивка на две группы для семинара, но четыре группы на практикуме). Это, конечно, противоречит нормативной численности студентов в учебной группе, но позволяет опросить на семинаре (с выходом к доске) большую часть студентов.

Наконец, стоит упомянуть о массивном использовании контрольных мероприятий. В курсе «Общей химии...» ФНМ проводится аналогичное курсу «Неорганической химии» химфака число коллоквиумов и рубежных контрольных работ, но каждый (!) семинар завершается написанием самостоятельной работы (так называемой «пятиминутки»), кроме того, выдаётся домашнее задание, которое проверяется. Подобная организация учебного процесса приносит свои плоды: так, контроль остаточных знаний по дисциплине «Общая химия...» с использованием контрольно-измерительных материалов, сопоставимых с письменным экзаменом, показывает средний уровень усвоения материала 76–85 % (весьма близкий к результатам экзаменационной сессии).

К сожалению, такая организация учебной работы характерна не для всех химических дисциплин ФНМ и держится в данном случае на традициях и энтузиазме преподавателей.

4. *Проблема преподавательских кадров* по химии, хотя и не была так остра, как по другим предметам, тем не менее присутствовала

всегда. В последнее время преподавание в филиалах МГУ и совместном университете МГУ–ППИ отвлекает значительное количество ресурсов, поэтому проблема кадров ожидаемо усилится. Следует отметить, что значительную помощь в преподавании химии на первом курсе оказывают аспиранты, проходящие педагогическую практику. По-видимому, имеет смысл распространить этот опыт и далее.

5. *Качество абитуриентов.* Любой преподаватель химии скажет, что сегодняшние выпускники школ достаточно мотивированы, но их уровень подготовки и обучаемость всё же падают год от года. Вместо вопроса «почему?» уместно задать другой – «что делать?». Это ещё более актуально в отношении иностранных абитуриентов, а также абитуриентов магистратуры, где к поступлению стремятся выпускники других российских университетов с близкими и не очень специальностями.

В своё время ФНМ достаточно жёстко подходил к немотивированным и неуспевающим студентам: до 30 % студентов курса могли не дойти до выпуска. Сейчас политика и университета, и ФНМ в отношении академических задолжников смягчена. Но что в реальности надо делать с хронически неуспевающими студентами: «тянуть», организовывая помощь в учёбе и понимая, что такой студент вряд ли сможет полноценно заняться научной работой, или же расстаться с ним? К сожалению, этот вопрос не всегда можно решить ещё на этапе приёмной кампании. Вероятно, здесь предстоит найти некую «золотую середину».

ФНМ на протяжении 18 лет развивал систему междисциплинарных олимпиад школьников, которая выступала в роли прообраза «экосистемы» поиска и подготовки талантливых абитуриентов, готовых к обучению на ФНМ и к выполнению передовых научных исследований. Опыт разработки и поддержки этой системы успешно интегрирован в федеральную систему проведения олимпиад школьников.

6. *Обновление материально-технической базы учебного процесса,* имея в виду не только привычные технические средства обучения (компьютеры, проекторы, интерактивные доски и прочее), но и более

«тяжёлую» технику. ФНМ имеет достаточно обширный парк современного научного оборудования, которое используется не только для исследований, но и применяется в учебном процессе. В дополнение к обзорному практикуму по различным методам исследования веществ и материалов (аналоги которого имеются и в образовательных программах химического факультета) ФНМ реализует уникальный спецпрактикум для магистрантов «Современные приборы для диагностики материалов», в рамках которого в течение семестра студенты обучаются квалифицированной самостоятельной работе на избранном ими аналитическом оборудовании. Эту дисциплину неофициально называют «Приборным практикумом»; он всегда оставляет самые лучшие впечатления у студентов и является такой же неотъемлемой частью ФНМ, как НИР студента, персональный куратор или система рейтинга. Однако ничто не вечно, и приборный парк ФНМ начинает устаревать и физически, и морально, требуя обновления. Для решения этой задачи необходимы усилия не только факультета.

В настоящей статье мы попытались описать основные черты образовательного процесса на факультет наук о материалах МГУ, в частности химическую компоненту образования материаловедов в классическом университете, а также осветить проблемы, стоящие перед химическим циклом. Проблемы эти достаточно серьёзны и требуют непростых решений.

ФНМ создан и развит усилиями огромного числа самоотверженных и преданных своему делу сотрудников университета и академии. Без преувеличения можно сказать, что он занял особое место в системе российского высшего образования и послужил примером для других российских университетов. Если уж такой далёкий от российских реалий английский материаловед Роберт Кан отвёл ему заслуженное место среди других материаловедческих образовательных учреждения мира, нам ли сомневаться в успехе? Закончим статью словами декана-основателя ФНМ, академика РАН Ю.Д. Третьякова, написанные к десятилетнему юбилею факультета: «Факультет наук о материалах, как и любая сложная система, эволюционирует во вре-

мени. Два момента, из которых один относится к прошлому, а другой – к будущему, кажутся мне ключевыми этапами этой эволюции. Первый относится к предистории ФНМ, созданном в период грандиозных политических (развал СССР), глобальных экологических (чернобыльская катастрофа) перемен и одновременно – фантастических научных достижений (открытие ВТСП-высокотемпературной сверхпроводимости), стимулировавших невиданные дотоле темпы развития новых технологий и материалов. Второй, не менее важный для судеб ФНМ этап эволюции, относится к тому ещё не наступившему моменту, когда судьба ФНМ окажется в руках его наиболее талантливых выпускников. Для которых существование и развитие факультета будет одним из жизненных приоритетов. Только тогда можно будет утверждать, что все мы, стоявшие у истоков ФНМ, трудились не напрасну и внесли свой, пусть очень скромный вклад в будущее нашей многострадальной Родины».

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт ФНМ МГУ: <http://www.fnm.msu.ru/about/general>, а также <http://www.fnm.msu.ru/about/history>.
2. Третьяков Ю.Д. и др. Воспитание научной элиты на факультете наук о материалах МГУ // Нанотехнологии. Экология. Производство. 2011. Т. 13. № 6. С. 2.
3. R.W. Cahn. The Coming of Materials Science, Pergamon Materials Series/Elsevier Science, 2001, 572 p. (Имеется перевод: Р. Кан. Становление материаловедения. – Н. Новгород: изд-во Нижегородского госуниверситета. 2011.)