

## **Информация о достижениях в учебно-научной работе Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (2018г.)**

**Геологический факультет МГУ** — всемирно известный учебно-научный центр России. Хотя датой основания факультета считается 1938 г., минералогия в Московском Университете преподается уже более двух столетий. На кафедрах и в лабораториях факультета работают ученые с мировым именем, талантливая молодежь. Среди факультетских профессоров — 3 академика и 4 члена-корреспондента РАН, 18 членов Академии естественных наук РФ. Вся деятельность сотрудников факультета направлена на развитие геологической науки, образования и культуры — необходимых условий экономического и духовного возрождения России.

Программа развития факультета последних лет обеспечила определенное движение вперед по всем направлениям его деятельности. Особо следует отметить создание новых специализаций: — экологическая геология, компьютерные технологии в геологии, геммология, разработка месторождений нефти и газа; расширен прием иностранных студентов, реконструирована Крымская база практик и укреплен ее статус; разработана и внедрена новая многоуровневая система подготовки студентов; в условиях высокой конкуренции выиграны сотни грантов; в профессорско-преподавательский состав вошли свыше 30 молодых профессоров и доцентов; опубликовано несколько десятков учебников, учебных пособий и монографий; создана факультетская информационная сеть. Более 20 лет факультет координирует работу всех классических университетов России по обучению геологической профессии. В основе передаваемого опыта традиционно лежит вовлечение студентов в научный поиск, начиная уже с первых курсов. Овладев за время обучения современными методами геологического картирования, поиска, разведки, оценки запасов полезных ископаемых и пройдя практику на производстве, выпускники факультета после окончания учебы становятся ведущими специалистами в таких ведущих российских компаниях, как Роснефть, Газпром, Росгеология и многих других. За 80 лет Геологическим факультетом МГУ подготовлено более 15 000 геологов, 1400 докторов и 5500 кандидатов наук. В настоящее время на факультете обучаются 1200 студентов и 130 аспирантов.

Кроме того, в современном обществе чрезвычайно важное значение приобретает просветительская работа университетов. Решая эту задачу, сотрудники факультета ежегодно выступают на телевидении, радио, в газетах и в других средствах массовой информации с рассказами о новостях в геологической науке и отрасли. За прошедшие годы многие ведущие профессора и сотрудники удостоены ряда премий и наград самого высокого уровня.

### **Научные исследования**

Основные направления фундаментальных и прикладных научных исследований на геологическом факультете в ближайшие 5 лет, а также, по-видимому, и в перспективе до 2030 года будут определяться следующими 3 главными обстоятельствами.

1. Облaстями научного поиска творческого коллектива высокопрофессиональных исследователей, существующего в настоящее время на факультете, их научными интересами и потенциалом для решения наиболее актуальных, сложных и комплексных задач фундаментальной геологической науки.

2. Преимущественным финансированием, прежде всего через возможность приобретения современного испытательного и аналитического оборудования и доступ к суперсовременным вычислительным ресурсам для отдельных – имеющих большое стратегическое значение для России – направлений геологической науки: нефтегазовой геологии и геофизики, рационального использования сырьевых ресурсов планеты, получения новых природных и синтетических материалов с заданными свойствами и т.п.

3. Необходимостью решения прикладных технологически важных для России задач, связанных с реализацией наиболее амбициозных проектов в областях:

- освоения территории России и ее недр и в особенности - Российского сектора Арктики,
- развития инфраструктуры страны – проектирование и строительство магистральных трубопроводов в сложнейших инженерно-геологических условиях, модернизация автодорожной системы России,
- обеспечение безопасности хозяйственной деятельности – при высотном строительстве в мегаполисах и освоении их подземного пространства, при разработке месторождений углеводородов и твердых полезных ископаемых, при утилизации

токсичных, в том числе радиоактивных, отходов, что становится особенно актуальным в ближайшее десятилетие, когда завершается нормативный срок эксплуатации энергоблоков многих российских АЭС ,

- снижение риска геологических катастроф путем совершенствования методических основ их прогноза и разработки современных мер инженерной защиты объектов и населения.

В сфере решения таких важнейших задач коллективом геологического факультета накоплен огромный опыт научных достижений, созданы новые методики и численные модели. Все это позволяет рассматривать как прорывной этот геологический блок научных исследований, отвечающий на вызовы практики и всего современного высокотехнологичного общества.

Исходя из этого, основные научные достижения ученых геологического факультета МГУ связаны со следующими направлениями исследований.

**1. Комплексные междисциплинарные исследования углеводородных и альтернативных энергетических источников и обеспечение энергетической безопасности РФ, включающие развитие инновационных методов поиска, разведки, добычи, переработки углеводородов и разработку энергосберегающих технологий.**

Решения основных геологических задач этого комплексного направления сосредоточены в области развития инновационных методов поиска, разведки, добычи и переработки углеводородов, в том числе для исследования энергетических ресурсов морских акваторий Российской Федерации и разработки инновационных методов увеличения нефтеотдачи продуктивных пластов, а их основные цели заключаются в а) подготовке нового поколения высококвалифицированных кадров, обладающих глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками работы, способных не только осваивать, но и создавать новые прорывные технологии в нефтегазовой отрасли России; б) проведении научных исследований, направленных на решение фундаментальных проблем геологии нефти и газа, поисков, разведки и разработки традиционных и нетрадиционных месторождений углеводородов, технологий их переработки; в) удовлетворении запросов государства и крупных корпораций в разработке и внедрении инновационных методов, технологий и технических решений поиска, разведки, разработки и переработки углеводородов. Решение

наиболее значимых задач этого междисциплинарного направления базируется на региональных исследованиях геологического строения и нефтегазоносности окраинных и внутренних морей России, прогнозе открытия крупных месторождений нефти и газа на шельфе и в глубоководных акваториях, изучении закономерностей размещения субмаринных газовых гидратов и оценке их ресурсного значения, развитии методов прямых поисков нефти и газа в акваториях (от космических до молекулярных), а также на разработке новых методов повышения нефтеотдачи на основе фундаментальных исследований физико-химических процессов в геологических средах.

**2. Решение сверхсложных геологических задач на базе использования суперкомпьютеров.** Среди основных решаемых задач – моделирование генерации миграции и аккумуляции углеводородов на этапе поисков месторождений; повышение качества обработки сейсмических данных и достоверности геологического моделирования; построение адекватных гидродинамических моделей месторождения, минералогическое и петрофизическое моделирование, геодинамическое моделирование и 3D интерпретация данных электромагнитных зондирований для поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, изучения сейсмически активных и геотермальных зон, решения других геологических задач.

Основные области практического применения получаемых результатов – нефтегазовая отрасль, разведка месторождений твердых полезных ископаемых. Решение таких комплексных задач позволяет объединить усилия профильных факультетов и инновационных компаний МГУ для адаптации существующих пакетов программ и создания отечественного программного обеспечения суперкомпьютеров для повышения эффективности поисков, разведки и разработки месторождений углеводородов и других полезных ископаемых.

**3. Решение крупных геологических задач освоения Арктики и рационального природопользования в Арктическом регионе.** Важнейшей целью этих работ является разработка модели устойчивого развития при освоении нефтегазовых месторождений северных областей и создание системы мониторинга состояния окружающей среды Белого, Баренцева и Карского морей. Для ее достижения на факультете решаются несколько задач:

- в области нефтегазовой геологии – создание модели Баренцевоморского и Карского нефтегазоносных бассейнов; разработка новых методов геолого-геофизических исследований на акваториях; развитие методов и программ мониторинга состояния окружающей среды; проведение междисциплинарной морской практики в Белом и Баренцевом морях;
- в области геокриологии и инженерной геологии - моделирование теплового режима многолетнемерзлых пород при климатических изменениях и воздействии инженерных сооружений, создание новых численных моделей; исследование механических и теплофизических свойств мерзлых и оттаивающих пород перспективных районов освоения – в первую очередь Ямала и побережья Северного Ледовитого океана; создание эффективных с точки зрения устойчивости сооружений и охраны окружающей среды технических решений для освоения северных нефтегазовых месторождений и трасс магистральных трубопроводов;
- в области экологической геологии и биогеохимии – оценка изменений окружающей среды при освоении территории и их действие на биоту; фундаментальные исследования климата, оледенений и вечной мерзлоты в связи с динамикой литосферы и биосферы, изучение биоресурсов вечной мерзлоты, их участия в геологических процессах, а также природу длительной жизнеспособности для применения в биотехнологиях и медицине.

#### **4. Геологическое обеспечение безопасности хозяйственной деятельности и развития инфраструктуры России**

Это направление исследований направлено на научно-методическое обеспечение реализации наиболее амбициозных строительных проектов современной России:

- высотного и подземного строительства в городах-мегаполисах;
- возведения комплекса олимпийских объектов «Сочи-2014»;
- Керченского транспортного перехода – «Крымского моста»
- строительства магистральных нефте- и газопроводов от месторождений Арктики и Восточной Сибири;
- модернизации автодорожной системы России;

- сохранения исторических и архитектурных памятников на участках нового масштабного строительства.

Основу новых научных достижений по этому направлению составляют новые и модернизированные методики и численные модели, целые направления геологической науки, созданные в последнее время учеными-геологами Московского университета.

### **5. Фундаментальные исследования вещества геосфер Земли, открытие и создание новых минералов.**

Этот традиционный для геологического факультета блок научных исследований опирается на сильнейшую научную школу Московского университета и, будучи поддержан широкими возможностями современной аналитической аппаратуры, таит в себе громадные возможности совершенствования поисков ценнейших твердых полезных ископаемых, которыми богата Россия, а также открытия и создания новых материалов, том числе монокристаллов для нового поколения малогабаритных высокоэффективных микрочип-лазеров, кристаллических пленок – основы волноводных лазеров и усилителей, интегральных оптико-электронных устройств для медицинских целей и информационных систем. В этом блоке исследований на Геологическом факультете разрабатываются несколько наиболее перспективных направлений.

Разностороннее исследование минералов сложного состава и строения, в первую очередь новых, является одним из наиболее успешных направлений в научных исследованиях Геологического факультета. Сотрудниками факультета открыто более 150 новых минералов, утвержденных Международной минералогической ассоциацией, из них 90 – только за последние 15 лет. Эта цифра составляет 2% от всего разнообразия минерального мира, известного на сегодняшний день. Именно благодаря прорыву, осуществленному в Московском университете, Россия после 2000-го года впервые за всю свою историю вышла, опередив США, на первое место в мире по этому важному и престижному в научном мире показателю и пока продолжает удерживать лидерство. Эти результаты расширили представления о минералогическом разнообразии, о составе земной коры и формах концентрации содержащихся в ней химических элементов.

Более половины из 4.5 тысяч известных сегодня минеральных видов не имеют аналогов среди 10 миллионов синтетических веществ, причем многие из открываемых в наше время минералов демонстрируют новые типы кристаллических структур. В последнее десятилетие в мире резко возрос интерес к минералам сложного состава и строения как природным прототипам кристаллических материалов с заданными свойствами, которые становятся все более востребованными в современных тонких технологиях. Факультет продуктивно участвует и в этих пионерных исследованиях.

Еще одно высокотехнологичное направление исследований – изучение электропроводности мантии Земли, являющейся важным индикатором глубинных процессов на базе активно развиваемых в Европе спутниковых магнитовариационных исследований, ориентируясь на возможность анализа и интерпретации комплексных космических данных с применением суперкомпьютеров.

Важнейшее значение для развития наших знаний о своей планете и протекающих в ней процессах имеет и решение целого ряда других задач по исследованию ее вещества: физическая геохимия природных процессов и их моделирование; изучение магматизма, метаморфизма и метасоматоза на границах глубинных геосфер Земли, исследование кимберлитовых, лампроитовых и карбонатитовых расплавов в мантии Земли, которые являются главными промышленными источниками алмазов и другие.

В ходе решения перечисленных выше задач работы коллектива геологического факультета МГУ привели к целому ряду впечатляющих научных достижений и открытий.

Важнейшим направлением исследований ученых геологического факультета является установление закономерностей формирования и размещения месторождений полезных ископаемых. Значимость исследований факультета подтверждается и совместной работой специалистов разных кафедр под руководством декана факультета академика Д.Ю. Пушаровского с АО «Росгеология» по экспертизе и корректировке материалов проекта Аналитического отчета «Анализ минерально-сырьевой базы (по отраслям) и методические подходы к стратегическому планированию воспроизводства минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2030 года». При непосредственном участии сотрудников факультета в России было от-

крыто 7 новых месторождений ценных полезных ископаемых - флюорита, полиметаллов, золота, марганца, угля, а также крупнейшее в России медно-порфировое месторождение «Песчанка» на Чукотке.

Учеными Геологического факультета были разработаны теоретические основы инженерно-геологического районирования и составлены инженерно-геологические карты крупных регионов страны - Западной и Восточной Сибири, Нечерноземной зоны и других территорий России. В последние несколько лет издана 3-хтомная монография «Инженерно-геологические условия России» («Грунты России», «Инженерная геодинамика России» и «Инженерно-геологические структуры России»), обобщающая многолетние инженерно-геологические исследования, материал которой является основой для обеспечения безопасности эксплуатации инженерных сооружений и рационального природопользования во всех регионах страны.

Значительные успехи получены при широком спектре геологических исследований в Арктическом регионе России и научном обосновании внешних границ шельфа России в Арктике. Созданы современные геологические модели осадочных бассейнов Арктики. Обобщена информация о времени формирования фундамента бассейнов и его структурных элементах, возрасте, мощности осадочного чехла и его тектоническом районировании, истории геологического развития с выделением основных рубежей структурной перестройки, обособлением литолого-стратиграфических комплексов пород, отвечающих различным этапам и стадиям развития бассейна и оценкой условий их формирования. В разрезе выделены основные нефтегазоматеринские толщи, породы-коллекторы и флюидоупоры и их характеристики. Проведено моделирование формирования углеводородных систем в пределах северной части Восточно-Гренландского, Баренцевоморского и Южно-Северо-Карского бассейнов. Обособлены очаги генерации углеводородов. Наиболее важные карты и графические приложения представлены в виде отдельного Атласа. Для нескольких лицензионных участков северо-восточной части Сахалинского шельфа построены трехмерные геомеханические модели, и дан прогноз трещиноватости, пористости и проницаемости, а также изучено влияние неотектоники Широкого Приобья Западной Сибири на нефтегазоносность мезозойских отложений.



Разработка методики выделения и идентификации геологических опасностей на шельфах Арктики позволили определить критерии, позволяющие различать по сейсмическим данным два наиболее опасных вида геологических опасностей – многолетнемерзлые породы и газонасыщенные отложения. Высокочастотные исследования с параметрическим профилографом, а также привлечение данных батиметрии позволили детально изучить строение придонного осадочного слоя, характера заполнения впадин в рельефе кровли предполагаемых многолетнемерзлых пород и определить участки просачивания газа к поверхности дна. Изучен состав бактериальных и вирусных сообществ в мерзлых породах Якутии, уникальная длительная сохранность которых вызывает в последние годы значительный научный интерес.

Завершены работы по составлению прогнозно-геохимической карты Олойской металлогенической зоны, расположенной в субарктическом регионе РФ. Выделены металлогенические подразделения ранга рудных районов и узлов, обладающие крупным суммарным потенциалом меди – 30 млн. т., золота – 2 тыс. т и молибдена - 2 млн. т. Разработана геохимическая модель зональности и критерии определения уровня эрозионного среза и перспективности порфирово-эпитеpmальных систем. Проведена их оценка в Баимском меднорудном районе, включающем и крупнейшее медно-порфировое месторождение «Песчанка».

Значительные результаты получены в области региональных исследований и геологического картирования, которые являются традиционно важнейшим направлением фундаментальных исследований факультета, в которых он занимает лидирующее положение в нашей стране. Подготовлен к изданию комплект Госгеолкарты-200 (листов N-40-VI и N-40-XI), а также авторский вариант карты четвертичных образований на этот лист. Впервые детально изучены структурные парагенезы флишевых комплексов в центральной части Предуральского краевого прогиба. Создана интерактивная структурно-геоморфологическая карта центральной части Восточно-Европейской платформы. Вышло в свет 3-хтомное учебное пособие под редакцией профессора В.Т. Трофимова – «Эколого-геологические условия России», в котором обобщены закономерности формирования и морфологическая выраженность экологических функций литосферы, дано пространственное распределение их составляющих на территории России.

Значительные успехи достигнуты в области изучения нетрадиционных коллекторов углеводородов (доманиковой формации). Сотрудниками факультета был предложен комплексный подход к изучению этих отложений, включающий литологическое, геохимическое и петрофизическое изучение, с целью выявления зон с улучшенными коллекторскими свойствами. В частности, сопоставление типов разрезов доманиковых отложений, литологических особенностей строения выделяемых типов пород, количества органического вещества и фильтрационно-емкостных характеристик позволило выявить четкую приуроченность типов емкостного пространства (пористости, проницаемости) к определенным лито-генетическим типам пород.

Все чаще новые значимые результаты фундаментальных и прикладных геологических исследований специалисты геологического факультета получают на основе обработки и интерпретации больших объемов данных с помощью суперкомпьютерных вычислений и моделирования. Такие работы, в частности, показали возможность разогрева мантии и коры на поздних стадиях коллизии, сопровождающегося базальтовым магматизмом в значительном объеме, что позволяет объяснить связь коллизионного и траппового магматизма Таймырской складчатой области. Исследованиями на основе суперкомпьютерного моделирования также впервые разработан механизм образования континентальной коры кратонного типа, возникающей при континентальной субдукции в докембрии. Новая утолщенная кора распространяется в сторону погружающейся плиты на сотни километров за счет отделения и отката литосферной мантии и нижней коры. К основанию коры поднимается горячая астеносферная мантия, порождающая обильный магматизм, метаморфизм и вещество для нижней коры. Возникающая таким образом мощная кора сложена новообразованными метабазами и метаосадками, дезинтегрированными блоками ранней коры, продуктами плавления коры и мантии.

Приведенный краткий перечень только наиболее важных из научных достижений последних нескольких лет свидетельствует о важности и востребованности самоотверженного труда геологов МГУ на благо страны.