

**СТАНОВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА
НА КАФЕДРЕ НЕФТЕПРОМЫСЛОВОЙ ГЕОЛОГИИ,
ГОРНОГО И НЕФТЕГАЗОВОГО ДЕЛА¹**

А.Е. Воробьев – докт. техн. наук, проф.,
Российский университет Дружбы народов

Рассматривается инновационный образовательный проект “Инновационный менеджмент недропользования” на инженерном факультете кафедры нефтепромысловой геологии, горного и нефтегазового дела РУДН.

Кафедра Нефтепромысловой геологии, горного и нефтегазового дела РУДН принимает активное и непосредственное участие в Инновационном образовательном проекте (ИОП) с самого начала – формирования заявки на участие (с определением приоритетных направлений дальнейшего развития), закупок новейшего оборудования, образования новой лаборатории, написания

¹ Статья написана в рамках Инновационной образовательной программы Российского университета Дружбы народов “Создание инновационных образовательных программ и формирование инновационной образовательной среды, позволяющих эффективно реализовывать государственные интересы РФ через систему экспорта образовательных услуг” при создании учебно-методического комплекса “Инновационный менеджмент недропользования” (руководитель УМК докт. техн. наук, проф. А.Е. Воробьев).

учебно-методического комплекса (УМК), а также подготовки профессорско-преподавательского и учебно-вспомогательного персонала.

Для этого менее чем за год внедрения УМК “Инновационный менеджмент недропользования” на инженерном факультете кафедрой была проведена значительная подготовительная, организационная, информационная и учебная работа. В частности, были разработаны две новые учебные программы (включая 26 специальных дисциплин – для магистерской специализации “Инновационные технологии недропользования” и 15 дисциплин специализации “Производственный менеджмент в недропользовании”), определена тематика (4 направления) перспективных научных исследований для новых лабораторий рационального недропользования, заказано и получено современное оборудование (5 позиций), повышается квалификация профессорско-преподавательского состава (ППС) и учебно-вспомогательного персонала.

При этом новые магистерские специализации подготовки студентов определялись такими современными реалиями, как:

- постоянная необходимость использования на горных и нефтяных предприятиях новых инновационных технологий и техники;
- осуществление научного анализа обеспечения внутренних потребностей в разнообразном минеральном сырье;
- исследование мировых рынков минерального сырья.

Кроме того, разработанный на кафедре УМК план был положен в основу подготовки магистров, он включает программу переподготовки специалистов по новым курсам повышения квалификации (таких, как “Менеджмент нефтегазового дела” – 1050 часов).

Направления научных исследований:

1. Математическая модель ресурсовоспроизводящих технологий на открытых горных работах.
2. Теоретические и прикладные аспекты обеспечения экологической чистоты запасов минерального ресурсного потенциала планеты в виде питьевой воды на основе новых технологий и экспресс-методов аналитического контроля.
3. Разработка теории и практики интенсификации выщелачивания медно-никелевого сырья в подземных условиях.
4. Инновационные природоохранные технологии подземной разработки угольных пластов с закладкой.

Эти направления были объединены в формате рамочного исследования “Ресурсовоспроизводящие технологии недропользования”.

Актуальность данного проекта обусловлена необходимостью утилизации постоянно образующихся городских стоков и грядущим исчерпанием минеральных ресурсов (в том числе и нефти).

Область применения НИР – нефтяная отрасль, энергетика и сфера коммунального (городского) хозяйства. Кроме того, предлагаемый проект найдет применение в большинстве отраслей, связанных с недропользованием, а его практическая реализация – на горных и нефтяных предприятиях, приближающихся к завершению освоения разрабатываемых месторождений полезных ископаемых (т.е. к естественному закрытию и сокращению рабочих мест) позволят в значительной степени продлить срок их службы и, тем самым, предоставить рабочие места, имеющимся в отрасли специалистам, а также решить проблему энергетического обеспечения городов.

Возможные методы техногенного возобновления (воспроизводства) минерального сырья в литосфере подразделяются на три класса, основанные, прежде всего:

- на контролируемом перераспределении геогенной (природной) нефти внутри горного массива;
- удалении из геогенной (природной) нефти качественно вредных примесей (серы, различных металлов и т.д.) с одновременным повышением ее исходных свойств (теплоты сгорания);
- синтезе нефти или газа из органосодержащих отходов человеческой жизнедеятельности в специально образованных в литосфере реакторах с последующей их миграцией в предварительно сформированные ловушки.

В последние 15 лет в России и за ее пределами проводится широкий спектр исследований нетрадиционных высокоэффективных технологий воспроизводства минерального сырья (прежде всего, на дневной поверхности). Так, в работах ученых из Китая, Нидерландов, Израиля и других стран сообщается о возможности генерации метана из органосодержащих (углеродсодержащих) отходов животноводческого комплекса в биореакторах, сформированных на дневной поверхности. Учеными из ЮАР и Германии получена синтетическая нефть из угля, также в специальных реакторах, расположенных на дневной поверхности.

Однако практика отечественных и зарубежных исследований не располагает данными о механизмах техногенного синтеза нефти из отходов человеческой цивилизации, при условии их размещения в литосфере.

Основная **научно-техническая проблема** проекта связана с научным обоснованием и разработкой высокоэффективных методов синтеза искусственной (техногенной) нефти и нефтеподобных веществ (соединений) путем переработки органосодержащих отходов в специально сформированных в литосфере реакторах.

Идея предлагаемого исследования основывается на использовании закономерностей в области синтеза нефти и газа из специально закачиваемых в заранее подготовленные реакторы (участки литосферы) отходов человеческой жизнедеятельности.

Принципиально новым, не имеющим аналогов в отечественной и зарубежной практике, подходом к решению задачи возобновления углеводородных ресурсов является целенаправленное использование **энергии недр** (повышенного дав-

ления и температуры), обеспечивающее протекание синтеза из углеродсодержащих отходов техногенной нефти и нефтеподобных соединений.

Целесообразность проведения теоретических и экспериментальных исследований обусловлена положительными результатами ранее проведенных исследований данным коллективом в аналогичных областях; имеющейся у коллектива современной приборной базой (аналитическим комплексом и лабораторным автоклавом); существенными объективными закономерностями химических преобразований органических веществ в нефть и горючий газ; необходимостью возобновления углеводородной минерально-сырьевой базы, приближенной к потребителю (отраслям промышленности, энергетики и коммунального хозяйства). Последнее обусловлено тем, что городские агломерации (мегаполисы) являются продуцентами значительных масс органосодержащих жидких стоков (из которых может быть синтезирована искусственная нефть). Необходимо установить в литосфере (на расстоянии не более 100–120 км от мегаполиса) подходящие участки для закачки, синтеза и сбора в ловушках нефтеподобных соединений.

Для решения этих проблем предполагается проведение блока экспериментальных и теоретических исследований по выявлению влияния физико-химических параметров горного массива (температуры, давления, вида и концентрации катализаторов, величины и характеристики трещиноватости и пористости и т.д.) на эффективность процесса синтеза техногенной нефти и нефтеподобных веществ. Кроме того, будет изучено влияние характеристик отходов человеческой цивилизации (химический и морфологический состав, формы нахождения и т.д.) на продуктивность искусственного нефтеобразования.

Важным аспектом является улучшение санитарно-экологической обстановки: те жидкие стоки, которые ранее должны быть захоронены, синтезируются в полезный продукт – искусственную нефть. Причем в процессе такого синтеза под влиянием повышенного давления и температуры происходит неизбежное их санитарно-эпидемиологическое обезвреживание.

Объектом исследования является метод техногенного воспроизводства искусственных нефтеподобных соединений, синтезируемых в специально созданном литосферном реакторе.

Предметом разработки служит:

- миграция продуктивных растворов к локализованным зонам их осаждения (выделения);

- предварительный синтез нефти и газа в специально подготовленных реакторах (т.е. участках литосферы с заранее наведенной необходимой трещиноватостью, обладающих специальными каталитическими свойствами, а также повышенными температурой и давлением);

- скопление техногенной нефти в искусственных или природных литосферных ловушках.

Общественные потребности, в удовлетворении которых могут быть использованы результаты данного исследования, заключаются в том, что в настоящее время на каждого гражданина РФ приходится примерно 2 т добываемой нефти, причем (пока в промышленном масштабе не разработаны альтернативные источники энергии) это количество с течением времени будет нарастать. Весьма целесообразно заменить от 10 до 25% объемов геогенной нефти ее синтетическими аналогами, что позволит использовать новые и возобновляемые источники энергии. Кроме того, в России ежегодно образуется около 56 км³ сточных вод, которые необходимо очищать от имеющегося загрязнения. Часть этих сточных вод (содержащих органику) целесообразно подвергнуть очистке в литосфере, с одновременным синтезом из их органической составляющей искусственной нефти.

Прогнозная характеристика основных конкурентных преимуществ разрабатываемой инновационной технологии воспроизводства синтетической нефти и нефтеподобных соединений заключается в использовании энергии недр (отпадает надобность в обеспечении энергии процесса синтеза нефти) и утилизации органосодержащих стоков (путем синтеза из них техногенной нефти), с одновременным обезвреживанием неизбежной бактериальной составляющей.

Обоснование прогнозной оценки значений основных количественных показателей, создаваемой на основе результатов данного исследования, заключается в необходимости постоянного ежегодного увеличения (от 30 до 60 млн. т) объемов получаемой (используемой и экспортируемой) нефти, что может быть уверенно достигнуто путем искусственного воспроизводства нефтеподобных соединений, а также количеством (560 млн. м³) сбрасываемых органосодержащих стоков.

Масштабность проекта обусловлена, с одной стороны, высокой значимостью минерально-сырьевого комплекса в национальной экономике России (обеспечивающей 70% валютных поступлений в бюджет страны) и близким ис-

черпанием отечественной минерально-сырьевой базы полезных ископаемых важнейших типов, с другой стороны, а также необходимостью утилизации образуемых органосодержащих стоков городских агломераций.

Оценка прогнозируемых социально-экономических эффектов от использования новых научных знаний в области получения новой продукции для энергетики, созданной на основе результатов данного исследования, заключается в разработке инновационной технологии синтеза техногенной нефти, а следовательно, будет способствовать сохранению и частичному обновлению источников энергии, а кроме того – одновременному обеззараживанию и утилизации стоков.

Перспективность создаваемой интеллектуальной собственности в части патентоспособности будущих результатов исследований и их лицензионных возможностей определяется тем, что авторским коллективом было получено свыше 120 патентов на изобретения в указанной области. Предполагается разработка, подача и получение 4 базисных патентов на изобретения.

Основной фактор – необходимость диверсификации источников энергоснабжения. Следующим фактором является необходимость утилизации ежедневно образуемых городских стоков.

Немаловажным фактором является наличие в литосфере определенных необходимых условий (повышенная температура и давление, катализаторы). На утилизацию 1 м³ стоков сегодня требуется 250 рублей. Эффект от заявляемой инновационной технологии заключается в получении из стоков товарной продукции (нефти), обладающей высокой потребительской ценностью.

Необходимость государственной поддержки обосновывается тем, что в соответствии с законодательством российские недра и, следовательно, все минеральное сырье принадлежит государству, а значит, улучшение качества геогенного минерального сырья, а также его промышленное воспроизводство обеспечит рост национальной экономики, что определяет необходимость государственной поддержки данного проекта.

В результате выполнения работ по проекту будут разработаны методы техногенного воспроизводства синтетической нефти и нефтеподобных соединений в литосфере, а также оптимальные условия (характеристика температуры, давления, трещиноватости горного массива, содержания органического вещества в стоках и т.д.) протекания синтеза искусственной нефти и нефтеподобных соединений.

Данные направления исследований предопределили перечень приобретаемого оборудования: лабораторный стол с прибором Эко-Призма; реактор высокого давления; ИК-Фурье спектрофотометр; микроскоп Nikon; компьютерный класс; универсальные иономеры.

Все приборы размещены и используются в лаборатории рационального недропользования, в которой проводятся учебные занятия и научные исследования по обогащению полезных ископаемых и возможности их техногенного воспроизводства, а также экспресс-контролю загрязнений шахтных и сточных вод горнодобывающих и горно-перерабатывающих предприятий, свойствам нефтей. В частности, мультимедийная техника и компьютерный класс используются при освоении всех специальных дисциплин, читаемых на кафедре.

На кафедре нефтепромысловой геологии, горного и нефтегазового дела РУДН совместно с Магнитогорским техническим университетом разработано 6 кинолекций по дисциплине “Обогащение полезных ископаемых” (40 мин.). В 2008 г. кафедра самостоятельно создала учебный фильм по истории горного дела (авторы – проф. А.Е. Воробьев, доц. Т.В. Чекушина, Т.С. Конотопченко и др.) продолжительностью 28 мин.

На кафедре студенты всех направлений обучения проходят обязательное ознакомление с назначением и принципом работы приобретенных приборов.

Предприятия для прохождения повышения квалификации ППС в рамках ИОП выбирались из числа ведущих в данной отрасли промышленности или являющихся производителем и поставщиком приобретенного РУДН оборудования.

В настоящее время учебной или научно-исследовательской работой студентов на приборах, приобретенных в рамках ИОП, охвачено 70% читаемых спецдисциплин (табл. 4).

Кроме того, разработан лабораторный практикум (2 тома), допущенный УМО в области прикладной геологии в качестве учебных пособий для студентов, обучающихся после бакалавриата по горно-геологическим и нефтяным специальностям в высших учебных заведениях:

1. Воробьев А.Е., Киприянов Н.А., Соколов И.В. Отбор проб и методы пробоподготовки для контроля загрязнений в ионной форме. – М.: РУДН, 2008. – Т. 1.

2. Киприянов Н.А., Воробьев А.Е., Киприянов А.Н. Инструментальные методы анализа в обучении и научно-исследовательской работе студентов. – М.: РУДН, 2008. – Т. 2.

В процессе обучения при выполнении лабораторных работ студент имеет дело с четырьмя одинаково важными видами деятельности:

- отбор представительной пробы *в твердом* (минерал, руда, металл, сплав); *жидком* (вода и водные растворы, нефть и нефтепродукты); *газообразном* (воздух, природный и искусственный газ) *состояниях*;
- подготовка пробы;
- экспресс-анализ пробы с применением современного оборудования и приборов;
- статистическая обработка результатов эксперимента с использованием компьютерной техники нового поколения.

Достоверность полученных данных во многом зависит от правильности выполнения операций на всех этапах аналитической деятельности.

При контроле токсикантов в разных водных системах широкое использование получил иономер в комплексе с ионоселективными электродами. Они обладают избирательностью отклика в отношении загрязнителей, находящихся в анализируемой пробе в ионной форме.

Низкие уровни концентраций и высокие требования, предъявляемые к эколого-аналитическому мониторингу токсикантов, предполагают использование адекватных методов их экспресс-определения в горнорудном сырье и извлекаемых при выщелачивании растворах, содержащих ионную форму ценного металла.

В связи с истощением запасов богатых руд и необходимостью переработки в обозримом будущем многих бедных и убогих минеральных ме-

сторождений основным процессом, определяющим извлечение ценного металла из указанного вида сырья, станет подземное выщелачивание, а также ресурсовоспроизводящие технологии.

Для обучения студентов, а также выполнения исследований при высоких температурах и давлениях кафедрой в рамках ИОП был закуплен реактор R201-512.

В результате десять студентов, обучающихся на кафедре Нефтепромышленной геологии, горного и нефтегазового дела, по итогам своей научно-исследовательской работы (на закупленном в рамках ИОП исследовательском оборудовании) выступили с докладами в Санкт-Петербургском государственном горном институте (технический университет) 3–4 апреля 2008 г. на Всероссийской конференции-конкурсе студентов выпускного курса горных, геологических и нефтяных вузов. По итогам Всероссийского конкурса все они получили дипломы установленного образца, а два участника Международной студенческой конференции (Ж.Ю. Абдулатипов и С.А. Андреева) стали ее призерами.

В заключение необходимо отметить, что реализующийся в РУДН в рамках Национального проекта “Образование” ИОП “Инновационный менеджмент недропользования” способствует существенному увеличению методического, учебного и научного потенциала преподавателей и студентов, а также значительно улучшает имидж как кафедры Нефтепромышленной геологии, горного и нефтегазового дела, так и в целом Российского университета Дружбы народов.