

О НАУЧНОЙ И УЧЕБНОЙ РАБОТЕ КАФЕДРЫ ГЕОФИЗИКИ ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Колмаков Ю.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Дана характеристика главных направлений научной деятельности кафедры геофизики ТПУ и результаты, достигнутые за последние годы. По ее учебно-методической работе приводится информация за последние 5 лет.

Подробное описание этапов становления и развития научных исследований на кафедре геофизики Томского политехнического университета (ранее кафедре геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых Томского политехнического института), а также их результатов в предыдущие периоды между юбилейными конференциями приводится в работах [1, 2, 3]. Выдерживая стиль изложения этих публикаций, характеристика современной работы будет включать в себя главные направления деятельности и результаты, достигнутые за последние годы. В силу того, что конференции свойственна в большей мере научная направленность, то и соотношение подаваемых сведений смещено в сторону научной деятельности кафедры. По ее учебной работе здесь приводится информация только об изменениях, произошедших за последние 5 лет.

В научной сфере сохранились все те же области приложения творческих сил сотрудников кафедры: петрофизика и геофизические поля золоторудных месторождений и залежей углеводородов, и экологическая геофизика.

Петрофизика и геофизические поля золоторудных месторождений

В работах сотрудников кафедры стало уже традицией научного подхода не проводить четких границ между исследованиями по петрофизике месторождений и методике их геофизического изучения. Как правило, проблемные вопросы, касающиеся природы геофизических аномалий и их геологической интерпретации, определяли направление, в котором необходимо развивать петрофизические знания. В свою очередь, результаты, достигнутые в области петрофизики, закладывались в основу разработки методики геофизических исследований.

Руководствуясь таким подходом, детально изучена природа магнитных полей золоторудных минерализованных зон в пологозалегающих структурах на примере месторождения Чертово Корыто (Патомское нагорье) с применением методов палеомагнитного анализа и привлечением результатов исследования тектонической эволюции месторождения. Выявлено, что действие фактора размагничивания привело к магнитной анизотропии пород и выразилось в тесной связи направления намагниченности с ориентировкой систем сульфидных прожилков. Разнонаправленная намагниченность определила структуру магнитного поля, как суперпозицию аномалий от систем сульфидных включений, выполняющих пологие и крутопадающие разрывные нарушения. С пологими дислокациями связаны дорудное минералообразование и главные стадии рудного этапа, а с крутопадающими – поступление растворов и дополнительное концентрирование продуктивной минерализации [4, 5].

Продолжены исследования магнитной неоднородности гранитоидных комплексов в связи со стадийностью процесса гранитизации и рудогенеза [6], для различных золоторудных провинций Сибири показаны геолого-геофизические условия локали-

зации месторождений [7, 8]. Выполнены значительные объемы работ по оценке эффективности метода сопротивлений и вызванной поляризации в модификации электромографии для изучения структурного строения золоторудных полей [9].

На примере месторождения Благодатного (Енисейский кряж) были показаны возможности нового подхода к исследованию аномальных петрофизических комплексов с привлечением современных представлений о физико-химических условиях функционирования гидротермальных минералообразующих систем. Такой подход требует системного рассмотрения аномальных образований и предполагает решение следующих задач: изучение структуры и хронологической последовательности формирования петрофизических неоднородностей; определение и анализ физико-химических условий процессов минералообразования, в результате которых горные породы приобретают или утрачивают аномальные физические свойства; выявление факторов регулирования минеральных реакций, делающих рудогенную систему вариабельной в петрофизическом аспекте; генетическую реконструкцию петрофизической зональности месторождения [10].

Петрофизика и геофизические поля залежей углеводородов

Применительно к провинциям с углеводородными залежами на кафедре была разработана методика реконструкции термодинамического режима формирования потенциально нефтегазоматеринских отложений, прогнозирования очагов нефтегазообразования и зон аккумуляции [11]. Методика включает: геоплотностное моделирование на основе решения обратной задачи гравиметрии в режиме формализованного подбора для сложных блоковослоистых разрезов; геотемпературное моделирование и палеотектонические реконструкции на основе решения прямой и обратной задач геотермии для условий седиментации с учетом палеоклимата и данных лабораторного изучения градаций катагенеза пород, слагающих разрез [3].

По этой методике в ряде регионов был определен геотемпературный режим и намечены зоны нефтегазоаккумуляции: палеогеновых и верхнемеловых отложений Сахалина и Приамурья; юрско-меловых и доюрских комплексов Предъенисейской части Ханты-Мансийского АО и Югорской региональной зоны нефтенакпления [12]. В последние годы по этой методике оценены перспективы обнаружения залежей углеводородов в пределах центральной части и юго-востока Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции [13, 14, 15, 16]. Положительная оценка перспектив углеводородной продуктивности востока Томской области получена и с применением других методик прогнозирования [17, 18].

Проведены исследования, направленные на выявление продуктивных низкоомных коллекторов по геохимическим характеристикам пород с применением методов электрического каротажа и ядерной геофизики [19].

Активное изучение геологического строения нефтегазоносных провинций и накопленные знания по золоторудным месторождениям привели к появлению работ с неразрывной проблематикой образования гигантских месторождений углеводородов и золота [20].

Экологическая геофизика

В 80–90 годах прошлого века на кафедре геофизики (тогда еще кафедра называлась «Кафедра ГМПР») стали развиваться и активно продолжают на сегодняшний день исследования по выявлению неустойчивых оползневых структур сейсмическими методами, с одной стороны, и изучение локальных грунтовых условий с

целью уточнения сейсмической опасности. Здесь можно выделить два направления исследований – выявление тех особенностей поляризации естественного поля микросейсм, которые позволяют делать вывод о вероятном тренде развития гравитационного оползня, и проведение активной сейсморазведки (например, методом преломленных волн). Объектами исследований здесь были и площадки в Северске, и Лагерный сад, и уже возведенные многоэтажные дома (мкр «Солнечный»), и площадки предполагаемого гражданского и промышленного строительства [21, 22, 23, 24].

Совместно с сотрудниками кафедры гидрогеологии были проведены исследования по влиянию непрерывно-прерывистой работы скважин Томского водозабора подземных вод и полигона захоронения жидких радиоактивных отходов Сибирского химического комбината (СХК) на гидродинамические колебания напорного поля. Результаты этих исследований опубликованы в работах [25, 26, 27, 28]. Помимо этих исследований, для СХК разработана методика диагностики герметичности дна открытых бассейнов с жидкими радиоактивными отходами на основе данных электроразведки [29].

В спектре экологических проблем, исследуемых на кафедре, появилось новое направление по решению прямых задач сейсмологии и сейсморазведки. Здесь рассматриваются проблемы очаговой и инженерной сейсмологии, изучаются особенности сейсмических полей в анизотропных и неоднородных средах (трещиноватых, пористых, сложнопостроенных). В основе исследований лежит численное конечно-разностное моделирование в рамках полной системы уравнений механики сплошных сред для тел с трещинами [30, 31, 32]. В настоящее время в стадии завершения находится диссертационная работа Ислямовой Александры Андреевны «Выявление зон повышенной трещиноватости (пористости) в терригенном разрезе по спектральным свойствам сейсмического поля».

По материалам научных исследований за минувшие 5 лет были сделаны обобщения в виде диссертационных работ, три из которых выполнены гражданами дальнего зарубежья.

Докторские диссертации:

1. Мельник Игорь Анатольевич. Выявление нефтегазонасыщенных низкоомных коллекторов на основе определения геохимических показателей по данным ГИС, 2014.
2. Лобова Галина Анатольевна. Нефтегазоносность нижнеюрских и доюрских отложений центральной части и юго-востока Западной Сибири по данным геотермии, 2015.

Кандидатские диссертации:

1. Соколов Степан Витальевич. Петрофизика золотосульфидного оруденения в углеродистых толщах на примере месторождения Чертово Корыто (Патомское нагорье), 2011.
2. Лукин Алексей Анатольевич. Обоснование границ влияния режима работы горнотехнических систем на напорное гидрогеодинамическое поле, 2012.
3. Нгуен Хыу Бинь (Вьетнам). Фильтрационно-емкостные свойства пород-коллекторов кристаллического фундамента месторождения Белый Тигр (по данным каротажа), 2013.
4. Мохаммед Атеф Эльсайед Мохаммед (Египет). Исследование возможностей электротомографии при изучении золоторудных месторождений (на примере месторождений Сибири), 2015.

5. Пракойо Феликс Санто (Индонезия). Прогнозирование фаций седиментации и эпигенеза юрско-меловых нефтегазоносных комплексов юго-востока Западной Сибири по геолого-геофизическим данным, 2015.

За последние 5 лет сотрудниками кафедры проделана большая работа для развития образовательной деятельности. Опубликованы новые учебные пособия [33, 34, 35, 36, 37, 38]. В учебный процесс введены две лаборатории, оснащенные современной аппаратурой: лаборатория электромагнитных, ядернофизических методов и петрофизики и лаборатория сейсморазведки и каротажа. Открыты дополнительные годичные курсы профессиональной переквалификации по программам «Геофизические исследования скважин» и «Геолого-технологические исследования скважин».

Литература

1. Ерофеев Л.Я. Об итогах научных работ кафедры геофизических методов поисков и разведки // Разведка и охрана недр. – 2001. – № 7. – С. 17–20.
2. Нам нет милей геофизических полей... (к 65-летию кафедры геофизики ТПУ). Альманах / под редакцией проф. Ерофеева Л.Я. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 156 с.
3. Геофизические методы при разведке недр / под ред. Л.Я. Ерофеева, В.И. Исаева – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 267 с.
4. Колмаков Ю.В., Соколов С.В., Гусев Е.В. Геодинамические условия образования месторождений золота в Патомском нагорье, Восточная Сибирь: фактор их проявления в аномалиях магнитного поля // Отечественная геология. – № 4. – 2010. – С. 8–14.
5. Соколов С.В., Колмаков Ю.В., Гусев Е.В. Тектоническая обусловленность распределения сульфидной минерализации и магнитной анизотропии пород на золоторудном месторождении Чертово Корыто, Восточная Сибирь // Разведка и охрана недр. – № 12. – 2011. – С. 19–26.
6. Ерофеев Л.Я., Орехов А.Н. Определение генезиса и тектонической структуры интрузивных тел по их магнетизму // Известия ТПУ. – 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 18–22.
7. Орехов А.Н. Физико-геологическое моделирование как основа интерпретации геофизических данных // Руды и металлы. – 2011. – № 3–4. – С. 131–132.
8. Ерофеев Л.Я., Орехов А.Н. Геофизические и петрофизические исследования малосульфидных кварцево-жильных месторождений золота Сибири // Геофизика. – 2014. – № 3. – С. 56–61.
9. Мохаммед М., Ерофеев Л.Я., Орехов А.Н. О результативности метода сопротивлений и вызванной поляризации в варианте электротомографии в условиях Бодайбинского золоторудного района // Известия ТПУ. – 2014 – Т. 325 – № 1. – С. 42–49.
10. Колмаков Ю.В. Золото-сульфидное месторождение Благодатное (Енисейский край, Россия): природа геофизических аномалий, последовательность и причины образования петрофизической зональности // Геология и геофизика. 2014. – Т. 55. – № 11. – С. 1667–1681.
11. Исаев В.И., Гуленок Р.Ю., Веселов О.В., Бычков А.В., Соловейчик Ю.Г. Компьютерная технология комплексной оценки нефтегазового потенциала осадочных бассейнов // Геология нефти и газа. – 2002. – № 6. – С. 48–54.

12. Исаев В.И., Коржов Ю.В., Лобова Г.А., Попов С.А. Нефтегазоносность Дальнего Востока и Западной Сибири по данным гравиметрии, геотермии и геохимии: монография. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 384 с.
13. Лобова Г.А. Очаги генерации и первично-аккумулятивные ресурсы тургорских нефтей Усть-Тымской мегавпадины // Вестник Пермского университета. Геология. – 2011. – № 3 – С. 70–77.
14. Лобова Г.А. Очаги генерации и первично-аккумулятивные ресурсы баженовских нефтей Усть-Тымской мегавпадины // Известия ТПУ. – 2012. – Т. 321 – № 1. – С. 122–128.
15. Исаев В.И. Термическая история и локализация прогнозных ресурсов нефти юрско-меловых НГК Усть-Тымской мегавпадины // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2012. – Вып. 14 – С. 69–78.
16. Исаев В.И., Лобова Г.А., Осипова Е.Н. Нефтегазоносность нижнеюрского и ачимовского резервуаров Нюрольской мегавпадины // Геология и геофизика. – 2014. – Т. 55. – № 12. – С. 1775-1786.
17. Ростовцев В.В., Ростовцев В.Н. Оценка нефтегазоносности востока Томской области // Газовая промышленность. – 2013. – № 7. – С. 18–20.
18. Ростовцев В.В., Ростовцев В.Н. Два подхода к оценке нефтегазоносности – два разных результата // Геология нефти и газа. – 2013. – № 4. – С. 65–70.
19. Мельник И.А., Ерофеев Л.Я. Физико-геохимическая модель низкоомного коллектора и ее практическое применение // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2014. – № 3. – С. 46–50.
20. Номоконова Г.Г., Колмаков А.Ю. Углеродистые породы месторождений золота и нефти: радиогеохимическая специализация // Развитие минерально-сырьевой базы Сибири: от Обручева В.А., Усова М.А., Урванцева Н.Н. до наших дней: материалы Всероссийского форума с международным участием. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – С. 405–409.
21. Забродина Н.А., Гусев Е.В., Ткаченко Л.Н. Закономерности формирования оползневых цирков на правом берегу р. Томи в г. Томске // Геофизические методы при разведке недр / под ред. Л.Я. Ерофеева, В.И. Исаева – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 267 с.
22. Никольский А.А. Определение параметров поляризации PS- и SS-волн в гиротропно-анизотропных средах // Упругие волны в гиротропных и анизотропных средах. – Новосибирск: СО «Наука», 1993. – С. 127–147.
23. Никольский А.А., Меркулов В.П., Зятев Г.Г. Оценка динамических воздействий на здания и сооружения в условиях городских территорий // Геологические проблемы урбанизированных территорий. – Томск: ТГАСУ, 1999. – С. 78–87.
24. Меркулов В.П., Зятев Г.Г., Никольский А.А. Методика изучения и прогнозирования оползневых процессов комплексом геофизических методов // Геофизические методы при разведке недр и экологических исследованиях. – Томск: Изд-во ТПУ, 1996. – С. 109–120.
25. Лукин А.А., Букаты М.Б., Зубков А.А., Гусев Е.В., Лукин Ал. Ан. Выявление и использование волновых характеристик в напорном поле при обосновании границ гидродинамического влияния горнотехнических систем // Известия вузов. Геология и разведка. – 2008. – № 1. – С. 35–41.
26. Лукин Ал. Ан. Оценка гидродинамического влияния режима эксплуатации скважин на основе статистических флуктуаций // Известия ТПУ. – 2012. – № 1. – С. 146–151.

27. Заведий Т.Ю., Ерофеев Л.Я. Аналитическое описание затухания установившегося волнового гидрогеодинамического процесса в напорном пласте с перетеканием // Известия ТПУ. – 2012 – Т. 321. – № 1. – С. 84–88.
28. Лукин Ал.Ан. Гидрогеосейсмическая методика оценки границ влияния ГТС. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. – 100 с.
29. Гусев Е.В., Ерофеев Л.Я., Сухоруков В.А. Возможности геофизического мониторинга открытых хранилищ жидких промышленных отходов // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. Т. 2. – Томск: ПЦ «ГалаПресс», 2000. – С. 466-469.
30. Немирович-Данченко М.М. Возможности обнаружения множественной трещиноватости сплошной среды на основе оценки спектральной плотности энергии отраженного сигнала // Физическая мезомеханика. – 2013 – Т. 16. – № 1. – С. 105–110.
31. Немирович-Данченко М.М., Шатская А.А. Численное моделирование влияния трещиноватости пласта на амплитудный спектр сейсмического сигнала // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2013 – Т. 2. – № 2. – С. 141–144.
32. Немирович-Данченко М.М., Ислямова (Шатская) А.А. Численное моделирование распространения сейсмических волн в среде, содержащей одиночную пору или пористый слой // Физическая мезомеханика. – 2015 – Т. 18. – № 3. – С. 101–104.
33. Ерофеев Л.Я., Номоконова Г.Г. Геофизические методы исследования месторождений урана: учебное пособие. – 2-е изд. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 105 с.
34. Резяпов Г.И. Сейсморазведка: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 310 с.
35. Номоконова Г.Г. Физика Земли: учебное пособие.- 2-ое изд. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 109 с.
36. Номоконова Г.Г. Петрофизика коллекторов нефти и газа: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 158 с.
37. Гусев Е.В. Методы полевой геофизики: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 215 с.
38. Бурков Ф.А., Исаев В.И. Геофизические исследования скважин: учебно-методическое пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 86 с.