

**Выполнение НИР по госзаданию на период 2019 - 2021 гг.
по направлениям исследований в рамках
Программы фундаментальных научных исследований
государственных академий наук на 2013 – 2020 годы**

Тема 1. Название научной работы: «Развитие научно-методических основ поисков крупных скоплений УВ в неструктурных ловушках комбинированного типа в пределах платформенных нефтегазоносных бассейнов».

Рег. № НИОКТР: АААА-А19-119022890063-9

Раздел IX: «Науки о Земле». ПФНИ № 131. Геология месторождений углеводородного сырья, фундаментальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа, научные основы формирования сырьевой базы традиционных и нетрадиционных источников углеводородного сырья.

Научные руководители темы:

в 2019 г. – директор ИПНГ РАН, д.г.-м.н. Абукова Л.А.;

в 2020г. и 2021г. – главный научный сотрудник, д.г.-м.н. В.Л. Шустер.

Основные результаты выполненных работ в 2019 г.

Дано теоретическое обоснование разномасштабного характера проявления геодинамических, литологических, геофлюидодинамических и геохимических процессов формирования скоплений углеводородов разной крупности в комбинированных ловушках, приуроченных к определенным тектоническим обстановкам. Рекомендованы типовые «сейсмические образы» комбинированных ловушек нефти и газа, позволяющие уточнять прогноз нефтегазоносности в пределах и на больших глубинах осадочных бассейнов. Эффективность использования «сейсмических образов» для прогноза неантиклинальных ловушек до стадии бурения и уточнения местоположения проектных скважин показана на примере отдельных регионов Западной Сибири. Установлены информационные возможности лито-фациальных, геофлюидодинамических и геохимических особенностей геологической среды по пространственной локализации неструктурных скоплений УВ, их геохимических отличий и фазовых состояний применительно к различным типам неантиклинальных структур и их комбинаций, в том числе в моноклинальных и синклинальных условиях.

С позиции теории онтогенеза нафтидов показана возможность прогнозировать физико-химические свойства, углеводородный состав, металлогеническую специализацию и фазовое состояние флюидов, мигрирующих и скапливающихся в комбинированных ловушках определенного типа. Подтверждением прогнозных оценок является обнаружение гипергенно преобразованных нефтей, переходящих при усилении гипергенеза и выветривания в природные битумы в литологически и стратиграфически экранированных ловушках. В комбинированных тектонически, литологически или/и стратиграфически экранированных ловушках при длительной латеральной миграции, в связи с потерей асфальтово-смолистых компонентов и связанных с ними МЭ (V, Ni, Co, Mo, Cd, U и др.), на больших глубинах в зонах высокой катагенетической преобразованности, прогнозируется обнаружение легких нефтей и газоконденсатов, обеденных МЭ, никелевой специализацией ($V/Ni < 1$), с преобладанием в концентрационном ряду As, Hg, Al, B, Ag, Pb, Se и других наиболее миграционно способных элементов.

Установлена благоприятная роль открытых инфильтрационных систем в формировании резервуаров комбинированных ловушек УВ в континентальных (аллювиально-дельтовых) отложениях (на примере северной части Малоземельско-Колгуевской моноклинали); показано значение инфильтрационного эпигенеза в создании пустотного пространства высокочемких коллекторов. Детализирована роль закрытых древнеинфильтрационных систем углесодержащих палеоврезов в возникновении и нарастании очаговой дестабилизации гидродинамического режима (изменение направления, скорости фильтрации флюидов, перераспределения пластовых давлений), что во многом определяет фазовую и геохимическую неоднородность флюидонасыщения различных частей комбинированных ловушек нефти и газа. Предложены гидрохимические критерии, позволяющие уточнять перспективы нефтегазоносности неструктурных комбинированных ловушек углеводородов в зоне сочленения инфильтрационного и элизионного гидрогеологических режимов осадочных бассейнов. Апробация выделенных критериев произведена на примере визейско-артинского карбонатного и кунгурско-нижнетриасового терригенного водоносных комплексов Тиман-Печорской нефтегазоносной провинции; показано, что в бортовой части Косью-Роговской впадины на стыке с грядой Чернышева, прогнозируется возможность сохранения залежей УВ в сложнопостроенных неструктурных ловушках. Доказано, что гидродинамическое экранирование неструктурных комбинированных ловушек углеводородов наиболее эффективно реализуется в пассивной

гидродинамической среде на стыке инфильтрационного и элизионного потоков, что характерно для моноклиналильных структур.

Предложена новая трактовка понятия «неструктурная ловушка комбинированного типа» как совокупность соседствующих залежей нефти и газа в резервуарах антиклинального и неструктурного типов, объединенных едиными геолого-тектоническими и геофлюидодинамическими условиями нефтегазонакопления, генетически единым источником флюидонасыщения резервуаров. При такой трактовке термин становится полезным: 1) при подсчете геологических запасов (ресурсов) УВ в ловушках; 2) объяснении фактов восполнения запасов действующих месторождений в процессе их эксплуатации; 3) объединении генетически родственных месторождений-сателлитов, разработка которых в условиях интенсивно разведанных нефтегазоносных бассейнов должна осуществляться с позиций единого технологического кластера.

* * *

В результате выполненных НИР за отчетный период дано теоретическое обоснование разномасштабного характера проявления геодинамических, литологических, геофлюидодинамических и геохимических процессов формирования скоплений углеводородов разной крупности в комбинированных ловушках, приуроченных к определенным тектоническим обстановкам. Рекомендованы типовые «сейсмические образы» комбинированных ловушек нефти и газа, позволяющие уточнять прогноз нефтегазоносности в пределах и на больших глубинах осадочных бассейнов. Эффективность использования «сейсмических образов» для прогноза неантиклинальных ловушек до стадии бурения и уточнения местоположения проектных скважин показана на примере отдельных регионов Западной Сибири. Установлены информационные возможности лито-фациальных, геофлюидодинамических и геохимических особенностей геологической среды по пространственной локализации неструктурных скоплений УВ, их геохимических отличий и фазовых состояний применительно к различным типам неантиклинальных структур и их комбинаций, в том числе в моноклиналильных и синклиналильных условиях.

Разработаны теоретические основы прогнозирования состава нефтей и их фазового состояния в ловушках комбинированного типа платформенных нефтегазоносных бассейнов. Впервые найдены зависимости между типами ловушек и составом нефтей. Показана возможность прогнозировать физико-химические свойства, углеводородный состав, металлогеническую специализацию и фазовое состояние флюидов, мигрирующих и скапливающихся в комбинированных ловушках определенного типа; на

больших глубинах, в зонах высокой катагенетической преобразованности прогнозируется обнаружение легких нефтей и газоконденсатов.

Установлена благоприятная роль открытых инфильтрационных систем в формировании резервуаров комбинированных ловушек УВ в континентальных (аллювиально-дельтовых) отложениях (на примере северной части Малоземельско-Колгуевской моноклинали); показано значение инфильтрационного эпигенеза в создании пустотного пространства высокочемких коллекторов. Детализирована роль закрытых древнеинфильтрационных систем углесодержащих палеоврезов в возникновении и нарастании очаговой дестабилизации гидродинамического режима (изменение направления, скорости фильтрации флюидов, перераспределения пластовых давлений), что во многом определяет фазовую и геохимическую неоднородность флюидонасыщения различных частей комбинированных ловушек нефти и газа. Предложены гидрохимические критерии, позволяющие уточнять перспективы нефтегазоносности неструктурных комбинированных ловушек углеводородов в зоне сочленения инфильтрационного и элизионного гидрогеологических режимов осадочных бассейнов; показано, что в бортовой части Косью-Роговской впадины на стыке с грядой Чернышева, прогнозируется возможность сохранения залежей УВ в сложнопостроенных неструктурных ловушках. Доказано, что гидродинамическое экранирование неструктурных комбинированных ловушек углеводородов наиболее эффективно реализуется в пассивной гидродинамической среде на стыке инфильтрационного и элизионного потоков, что характерно для моноклиналиных структур.

Предложена новая трактовка понятия «неструктурная ловушка комбинированного типа» как совокупность соседствующих залежей нефти и газа в резервуарах антиклинального и неструктурного типов, объединенных едиными геолого-тектоническими и геофлюидодинамическими условиями нефтегазонакопления, генетически единым источником флюидонасыщения резервуаров. При такой трактовке термин становится полезным: 1) при подсчете геологических запасов (ресурсов) УВ в ловушках; 2) объяснении фактов восполнения запасов действующих месторождений в процессе их эксплуатации; 3) объединении генетически родственных месторождений-сателлитов, разработка которых в условиях интенсивно разведанных нефтегазоносных бассейнов должна осуществляться с позиций единого технологического кластера.

Перечень статей, опубликованных по результатам проведенных исследований в 2019 г. в соответствии с государственным заданием:

- 1 Пунанова, С.А. Нефтегазоносность кристаллического фундамента с учетом развития в нем неструктурных ловушек комбинированного типа / С.А. Пунанова. –DOI <https://doi.org/10.18599/grs.2019.4.4-12>. – Текст : непосредственный // Георесурсы. – 2019. – Т. 21. – № 4. – С. 4-12. – Web of Science, Scopus.
- 2 Юсупова, И.Ф. Влияние повышенных концентраций органического вещества на свойства пород / И.Ф. Юсупова, Н.П. Фадеева, Т.А. Шарданова. – DOI <https://doi.org/10.18599/grs.2019.2.183-189>. – Текст : непосредственный // Георесурсы. – 2019. – Т. 21.– №2. – С. 183-189. – Web of Science, Scopus.
- 3 Пунанова, С.А. Микроэлементы нафтидов нефтегазоносных бассейнов / С.А. Пунанова. – DOI: [10.31857/S0869-56524885534-538](https://doi.org/10.31857/S0869-56524885534-538). –Текст : непосредственный // Доклады Академии Наук. – 2019. – Т. 488. – № 5. – С. 103-107. – Web of Science, Scopus. – (Квартиль Q4).
- 4 Кутукова, Н.М. Интегрированный подход к построению модели сложнопостроенного карбонатного коллектора на территории Восточной Сибири / Н.М. Кутукова, В.Л.Шустер, М.В. Панков, Н.Б. Красильникова, А.А. Осипенко. – DOI [0.24887/0028-2448-2019-11-23-27](https://doi.org/10.24887/0028-2448-2019-11-23-27). – Текст : непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2019. – № 11. – С. 23-27. – Scopus.
- 5 Пунанова, С.А. Новые данные о геолого-геохимических особенностях нефтегазоносности домеловых отложений севера Западной Сибири / С.А. Пунанова, В.Л. Шустер. – DOI: [10.30713/2413-5011-2019-1-4-11](https://doi.org/10.30713/2413-5011-2019-1-4-11). – Текст : непосредственный // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2019. – №1.– С. 4-11. – RSCI.
- 6 Шустер, В.Л. Выбор первоочередных объектов в глубокозалегающих отложениях Ямальского полуострова на основе многокритериальной оценки геолого-геохимических данных / В.Л. Шустер, С.А.Пунанова. – Текст : непосредственный // Экспозиция. Нефть. Газ. – 2019. – №1 (68). – С. 18-21. – РИНЦ.
- 7 Пунанова, С.А. Углеводородные системы краевых прогибов древних платформ / С.А. Пунанова. – DOI: [10.24411/2076-6785-2019-10012](https://doi.org/10.24411/2076-6785-2019-10012). – Текст : непосредственный // Экспозиция. Нефть. Газ. – 2019. – № 2(69). – С. 20-24. – РИНЦ.
- 8 Пунанова, С.А. О микроэлементном составе нефтей Ромашкинской группы месторождений / С.А. Пунанова, М.В. Родкин. – DOI: [10.30713/2413-5011-2019-8\(332\)-75-80](https://doi.org/10.30713/2413-5011-2019-8(332)-75-80). – Текст : непосредственный // Геология, геофизика и разработка месторождений нефти и газа. – 2019.– № 8 (332).– С. 75-80. – RSCI.
- 9 Шустер, В.Л. Геологоразведочные работы по выявлению и картированию сложнопостроенных, неантиклинальных ловушек и

- месторождений Западной Сибири / В.Л. Шустер, О.В. Тюкавкина, А.А. Вересович. DOI: 10.32935/1815-2600-2019-124-5-37-41. – Текст : непосредственный // Технологии нефти и газа. – 2019. – № 5. – С. 37-41. – RSCI. 10
- Пунанова, С.А. Оценка микроэлементного состава сланцевых формаций / С.А. Пунанова, Д. Нуkenов. – DOI: 10.29222/ipng.2078-5712.2019-24.art5 – Текст : электронный // Актуальные проблемы нефти и газа – 2019. – Вып. 1(24) – С. 20. URL: http://oilgasjournal.ru/issue_24/punanova.pdf (дата обращения 09.11.2019). – РИНЦ.
- 11 Юрова, М.П. Основные механизмы формирования залежей углеводородов в эрозионных выступах фундамента / М.П. Юрова, С.А. Добрынина, М.Е. Селивестрова. – DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2019-24.art7. – Текст : электронный // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 1(24). – С. 9. – URL: http://oilgasjournal.ru/issue_24/yurova.pdf (дата обращения 09.11.2019). – РИНЦ.
- 12 Шустер, В.Л. Результаты дифференцированной оценки перспектив нефтегазоносности юрских и доюрских отложений на севере Западной Сибири / В.Л. Шустер, С.А. Пунанова. – DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2019-25.art5. – Текст : электронный // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019 – Вып. 2(25) – С. 9. – URL: http://oilgasjournal.ru/issue_25/shuster-punanova.pdf (дата обращения 09.11.2019). – РИНЦ.
- 13 Пунанова, С.А. Особенности нефтегазоносности прогибов древних платформ (на примере Волго-Уральского и Енисей-Хатангского) / С.А. Пунанова, А.В. Самойлова. – DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2019-25.art7. – Текст : электронный // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 2(25). – С.14. – URL: http://oilgasjournal.ru/issue_25/punanova-samoilova.pdf (дата обращения 09.11.2019). – РИНЦ.
- 14 Юсупова, И.Ф. Влияние органического вещества сланцевой залежи на ее свойства / И.Ф. Юсупова. – DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2019-26.art4. – Текст : электронный // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 3(26). – С. 15. – URL: http://oilgasjournal.ru/issue_26/yusupova.pdf (дата обращения 09.11.2019). – РИНЦ.
- 15 Юрова, М.П. Исторические аспекты и современные подходы к прогнозу неструктурных ловушек нефти и газа / М.П. Юрова, Г.Ю. Исаева. – DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2019-26.art7. – Текст : электронный // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 3(26). – С. 10. – URL: http://oilgasjournal.ru/issue_26/yurova-isaeva.pdf (дата обращения 09.11.2019). – РИНЦ.
- 16 Абрамова, О.П., Гидрохимическая характеристика Колвинского, Среднемакарихинского и Кочмесского месторождений углеводородов

(Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция) / О.П. Абрамова, И.В. Колоколова., М.Е. Селиверстова. – DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2019-26.art14. – Текст : электронный // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 3(26). – С. 23. – URL: http://oilgasjournal.ru/issue_26/abramova-kolokolova.pdf (дата обращения 09.11.2019). – РИНЦ.

17 Сафарова, Е.А. Уточнение структуры визейского продуктивного резервуара Вуктыльского автохтона Верхнепечорской впадины / Е.А. Сафарова. – DOI 10.24411/2076-6785-2019-10041. – Текст непосредственный // Экспозиция. Нефть. Газ. – 2019. – № 4(71). – С.29-32. – РИНЦ.

18 Сидорчук, Е.А., Особенности геологического строения неструктурных ловушек Вуктыльского автохтона Верхнепечорской впадины / Е.А. Сидорчук, Е.А. Сафарова. – DOI: 10.30713/2413-5011-2019-11(335)-37-42. – Текст : непосредственный // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2019. – № 11. – С.37-42. – RSCI.

19 Юрова, М.П. Роль глинистых минералов в вулканогенных залежах углеводородов с АВПД / М.П. Юрова. DOI: 10.30713/2413-5011-2019-12(336)-34-39. – Текст : непосредственный // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2019. – № 12. – С. 34-39. – RSCI.

20 Шустер В.Л. Проблемы выявления неантиклинальных ловушек и подходы к их реализации / В.Л.Шустер. – DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art12 – Текст : электронный // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 4(27) – С. 12 – URL: http://oilgasjournal.ru/issue_26/shuster.pdf (дата обращения 09.11.2019). – РИНЦ.

Перечень тезисов, опубликованных по результатам проведённых исследований в 2019 г. в соответствии с государственным заданием:

1 Rodkin, M. Results of examination of trace elements composition in oils/ M. Rodkin, S. Punanova. – Text : electronic // 29-th International Meeting on Organic Geochemistry (IMOG) / Sweden, Gothenburg. – 2019. – URL: <http://earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=99622> (дата обращения 08.11.2019). – Web of Science, Scopus.

2 Punanova, S. Trace element composition of shale formations/ S. Punanova. – Text : elec-tronic// 29-th International Meeting on Organic Geochemistry (IMOG) / Sweden, Gothenburg. – 2019. – URL: <http://earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=99619> (дата обращения 08.11.2019). – Web of Science, Scopus.

- 3 Punanova, S. Oil Source deposits in the bazhenov formation of Western Siberia/S. Punanova. – Text : electronic // 29-th International Meeting on Organic Geochemistry (IMOG) / Sweden, Gothenburg. – 2019. – URL: <http://earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=99615> (дата обращения 08.11.2019). – Web of Science, Scopus.
- 4 Утопленников, В.К. Нижнепермская карбонатно-сульфатная формация - резерв восполнения нефтегазовых ресурсов юго-запада платформенного Башкортостана / В.К.Утопленников, М.П. Юрова, А.Д. Драбкина. – Текст : электронный // Новая геофизическая техника и технология для нефтегазовых компаний: Тезисы докладов XXV Международной научно-технической конференции. / Уфа: ООО «Новтек Бизнес», 2019. – С. 99-101. – URL:https://d2e86248-ad9e-4147-a4f6-60f60ac04813.filesusr.com/ugd/170b7e_d52f482e7a7b43efa95e6b7e334f8a33.pdf (дата обращения 08.11.2019).
- 5 Утопленников, В.К. Фундамент Тимано-Печорской провинции и Меконгской впадины на шельфе Вьетнама в связи с перспективами нефтегазоносности / В.К. Утопленников, А.Д. Драбкина. – Текст : электронный // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России : Материалы XVII Геологического съезда Республики Коми. / Сыктывкар.: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2019. – Т. 2. – С. 115-117. – URL:https://geo.komisc.ru/images/stories/conf/2019/GeoCongress-2019/Tom_II/115-117.pdf (дата обращения 08.11.2019).
- 6 Шустер, В.Л. Выбор перспективных направлений поиска залежей углеводородов в неструктурных ловушках Севера Западной Сибири / В.Л.Шустер, С.А. Пуанова. – Текст : непосредственный // Новые идеи в науках о Земле : Материалы XIV Международной научно-практической конференции в 7-ми т. / Москва: Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (филиал) (Старый Оскол), 2019. – Том V. – С. 126-129.
- 7 Сидорчук, Е.А. Уточнение закономерностей распределения скоплений УВ по их крупности в осадочной толще / Е.А. Сидорчук, С.А. Добрынина – Текст : непосредственный // Новые идеи в науках о Земле : Материалы XIV Международной научно-практической конференции в 7-ми т. / Москва: Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (филиал) (Старый Оскол), 2019. – Том V. – С. 212-215.
- 8 Пуанова, С.А. Корреляция нефтей на основе микроэлементных данных / С.А. Пуанова. – Текст : непосредственный // Булатовские чтения: Материалы III Международной научно-практической конференции в 5 т.

/Сборник статей / Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2019. – Т. 1. – С. 110-113.

9 Шустер, В.Л. Использование математической программы «Выбор» для поиска перспективных направлений геолого-разведочных работ / В.Л. Шустер, С.А. Пунанова. – Текст : непосредственный // Булатовские чтения : Материалы III Международной научно-практической конференции в 5 т. / Сборник статей / Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2019. – Т. 1. – С. 166-169.

10 Шустер, В.Л. Проблемы освоения нефтегазовых ресурсов в глубокозалегающих отложениях севера Западной Сибири / В.Л. Шустер. – Текст : непосредственный // Булатовские чтения : Материалы III Международной научно-практической конференции в 5 т. / Сборник статей / Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2019. – Т. 1. – С. 163-165.

11 Шустер, В.Л. Углеводородные скопления в нетрадиционных ловушках глубокозалегающих отложений севера Западной Сибири – резерв прироста ресурсов нефти и газа / В.Л.Шустер, С.А. Пунанова. – Текст : электронный // Новые идеи в геологии нефти и газа 2019 : Сборник научных трудов (по материалам Международной научно-практической конференции) /отв. ред. А.В. Ступакова. – Москва: Перо, 2019. – С. 544-549. – URL: https://yadi.sk/i/OM4CnplbA_trkg (дата обращения 08.11.2019).

12 Сидорчук, Е.А., Особенности геодинамики нефтегазоносных территорий севера Средней Сибири / Е.А.Сидорчук, Ф.С.Ульмасвай, С.А.Добрынина. – Текст : электронный // Новые идеи в геологии нефти и газа 2019 : Сборник научных трудов (по материалам Международной научно-практической конференции) /отв. ред. А.В. Ступакова. – Москва: Перо, 2019. – С. 432-435. URL: https://yadi.sk/i/OM4CnplbA_trkg (дата обращения 08.11.2019).

13 Пунанова, С.А. Нефтегазоносность кристаллического фундамента и формирование в нем неструктурных ловушек комбинированного типа / С.А. Пунанова. – Текст : непосредственный // Углеводородный и минерально-сырьевой потенциал кристаллического фундамента : Материалы Международной научно-практической конференции. – Казань: «Ихлас»,2019. – С. 90-94.

14 Родкин, М.В. Глубинные процессы в земной коре, разломы и надвиги и их связь с нефтяными месторождениями / М.В. Родкин, С.А. Пунанова. – Текст : непосредственный //Углеводородный и минерально-сырьевой потенциал кристаллического фундамента : Материалы Международной научно-практической конференции. – Казань: «Ихлас»,2019. – С. 94-97.

- 15 Шустер, В.Л. Выбор перспективных направлений поиска и разведки нефтегазовых скоплений в неструктурных ловушках глубокозалегающих осадочных отложений и образований фундамента севера Западной Сибири / В.Л. Шустер, С.А. Пунанова. – Текст : непосредственный // Углеводородный и минерально-сырьевой потенциал кристаллического фундамента : Материалы Международной научно-практической конференции. – Казань: «Ихлас», 2019. – С. 130-133.
- 16 Юрова, М.П. Нетрадиционные залежи в окраинных прогибах Сибирской платформы / М.П. Юрова. – Текст : непосредственный // Углеводородный и минерально-сырьевой потенциал кристаллического фундамента: Материалы Международной научно-практической конференции. – Казань : «Ихлас», 2019. – С. 133-137.
- 17 Пунанова, С.А. Металлогеническая специализация нафтидов в осадочном чехле нефтегазоносных бассейнов / С.А. Пунанова. – Текст : непосредственный // Геохимия нефти и газа, нефтематеринских пород, угля и горючих сланцев: Материалы Всероссийской научной конференции. – Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2019. – С. 89-91.
- 18 Пунанова, С.А. Особенности концентрационного распределения микроэлементов в сланцевых формациях и охрана окружающей среды (в рамках юбилейного года Периодической таблицы Д.И. Менделеева) / С.А. Пунанова. – Текст : непосредственный // Геохимия нефти и газа, нефтематеринских пород, угля и горючих сланцев : Материалы Всероссийской научной конференции. – Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2019. – С. 92-94.
- 19 Сидорчук, Е.А. Закономерности распространения нефтегазовых месторождений по крупности в осадочной толще / Е.А. Сидорчук, С.А. Добрынина. – Текст : электронный // Геомодель-2019 : Тезисы докладов 21-й научно-практической конференции по вопросам геологоразведки и разработки месторождений нефти и газа. – Геленджик, 2019. – URL: <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=99272> (дата обращения 09.11.2019).
- 20 Шустер, В.Л. Прогноз сложнопостроенных ловушек в Харасавей-Бованенковском регионе Западной Сибири по результатам бассейнового анализа / В.Л. Шустер, Л.Н. Зинатуллина. – Текст : электронный // Геомодель-2019: Тезисы докладов 21-й научно-практической конференции по вопросам геологоразведки и разработки месторождений нефти и газа. – Геленджик, 2019. – URL: <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=99368> (дата обращения 09.11.2019).

- 21 Сафарова, Е.А. Визейские песчаники Вуктыльского автохтона Верхнепечорской впадины – новое поисковое направление / Е.А. Сафарова. – Текст : электронный // Актуальные проблемы нефти и газа : Сб. тезисов 3-ей всероссийской молодежной научной конференции. – Москва: ИПНГ РАН, 2019. – С.21-22. – URL: [http://www/ipng.ru/SMU/2019/Сборник%20тезисов2019.pdf](http://www.ipng.ru/SMU/2019/Сборник%20тезисов2019.pdf) (дата обращения 09.11.2019).
- 22 Зинатуллина, Л.И. Прогноз сложнопостроенных ловушек на севере Западной Сибири в Харасавей-Бованенковской зоне / Л.И.Зинатуллина. – Текст : электронный // Актуальные проблемы нефти и газа : Сб. тезисов 3-ей всероссийской молодежной научной конференции. – Москва: ИПНГ РАН, 2019. – С.26. – URL: [http://www/ipng.ru/SMU/2019/Сборник%20тезисов2019.pdf](http://www.ipng.ru/SMU/2019/Сборник%20тезисов2019.pdf) (дата обращения 09.11.2019).
- 23 Пунанова, С.А. Прикладная металлогения нафтидов как новое научное направление / С.А. Пунанова – Текст : непосредственный // Новые направления нефтегазовой геологии и геохимии. Развитие геологоразведочных работ : Сб. научн. статей по материалам II Междунар. науч. конф. / отв. ред. И.С. Хопта. –Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2019. – С. 152-160.

**Выполнение НИР по госзаданию на период 2019 - 2021 гг.
по направлениям исследований в рамках
Программы фундаментальных научных исследований
государственных академий наук на 2013 – 2020 годы**

Тема 2. Название научной работы: «Прогноз состояния ресурсной базы нефтегазового комплекса России на основе системных исследований перспектив нефтегазоносности природных резервуаров в карбонатных, терригенных и сланцевых формациях».

Рег. № НИОКТР: АААА-А19-119030690047-6

Раздел IX: «Науки о Земле». ПФНИ № 131. Геология месторождений углеводородного сырья, фундаментальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа, научные основы формирования сырьевой базы традиционных и нетрадиционных источников углеводородного сырья.

Научный руководитель темы – зам. директора ИПНГ РАН по научной работе, к.г.-м.н. Хитров А.М.

Основные результаты проведённых исследований в 2019 г.

Исследования, выполненные в рамках данного этапа по разделу 1, позволили обосновать новые критерии выделения высокеемких перспективных природных резервуаров углеводородов в карбонатных и терригенных формациях, которые являются серьезным практическим дополнением, позволяющим получать кондиционные данные о параметрах залежей, определять точки оптимального местоположения скважин в максимальных эффективных газонефтенасыщенных толщинах, уверенно принимать решения о прекращении или продолжении работ на площадях исследования, тем самым повышая успешность работ на нефть и газ.

Поиски залежей углеводородов в рифовых постройках и песчаных русловых островах характеризуются наименьшими рисками. Это объясняется тем, что песчаные острова и рифовые постройки, обладая наилучшими коллекторскими свойствами, сами образуют антиклинальные формы. Ожидаемые дебиты из таких объектов могут составить несколько сотен тонн в сутки при плотности запасов на 1 кв.км до 1 млн.тонн.

Ловушки нефти и газа в этих природных резервуарах могут быть уверенно выделены и закартированы традиционно используемыми геофизическими методами (в отличие от лучших проницаемых зон в сланцах и других плотных породах). Современные комплексы каротажа позволяют уверенно определять подсчетные параметры высокочемких коллекторов. Современная сейсморазведка при применяемых длинах волн порядка десятков метров может картировать рифовые постройки и песчаные бары с соизмеримыми с длиной волны высотами антиклиналей по кровлям коллекторов и подошвам флюидоупоров.

За последние 10 лет наши нефтяные компании медленно, но последовательно наращивают объемы высокоразрешающей сейсморазведки 3D, что позволяет более надежно готовить к бурению объекты высотой в первые десятки метров. Именно среди этих объектов и нужно искать высокодебитные высокочемкие природные резервуары, и залежи в них с высокими значениями запасов на единицу площади. Следовательно, сланцевые революции, особенно газовая, не имеют реальных перспектив в России. Задача газонефтяной геологии – сосредоточиться на поисках, разведке и добыче углеводородов из залежей в высокочемких высокодебитных коллекторах (рифовых постройках, песчаных барах и др.).

Предложенные критерии выделения перспективных ПР были использованы при выполнении контракта с ООО «НГК «Горный» «Научное обоснование перспектив нефтегазоносности Северо - Воргамусюрского, Хоседаю - Неруюского и Северо - Мукеркамьельского лицензионных участков на принципах системного анализа строения девонско - пермских природных резервуаров» (Договор № 98/18/04 (2018-2019гг.)), что свидетельствует о практическом внедрении результатов.

По предложению ИПНГ РАН (2018г.) пять нефтеперспективных участков, общей площадью 3250 км² в Верхнепечорской впадине Предуральяского прогиба вблизи уникального Вуктыльского месторождения, выставлены РОСНЕДРА на аукцион, который состоялся 06.12.2019г.

В результате научно-исследовательских работ в рамках данного этапа по разделу 2 были выполнены следующие задачи.

1. Разработаны методики оценки концентраций ванадия V, галлия Ga, германия Ge, иттрия Y, меди Cu, молибдена Mo, никеля Ni, свинца Pb, серебра Ag, стронция Sr, титана Ti, хрома Cr в продуктивных отложениях центральной, западной и восточной частей Оренбургского НГКМ.
2. Оценены прогнозные ресурсы металлов. Продуктивные газонасыщенные отложения Оренбургского НГКМ вмещают ресурсы ванадия V в количестве 153091,7 т, галлия Ga – 1105,4 т, германия Ge – 88,4 т, иттрия

Y – 15,7 т, меди Cu – 3313,7 т, молибдена Mo – 3532,4 т, никеля Ni – 37699,8 т, свинца Pb – 587,8 т, серебра Ag – 510,9 т, стронция Sr – 1764,3 т, титана Ti – 2819,5 т, хрома Cr – 2252,7 т.

3. Ресурсы V Оренбургского НГКМ в пересчете на пятиокись ванадия составляют 546,6 тыс. т. Согласно опубликованным данным, геологические запасы пятиокси ванадия таких крупных нефтяных месторождений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, как Ромашкинское, Ново-Елховское и Степноозёрское составляют соответственно 103,4 тыс. т, 184,9 тыс. т и 101,5 тыс. т.

4. Сравнительный анализ показал, что концентрации Ga, Y, Co, Mo, Ag, Sc, Sb и U в битумоидах матричной нефти ОНГКМ значительно превосходят содержание этих микроэлементов в среднем для смолисто-асфальтовых компонентов нефти различных месторождений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Содержания V, Co, Mo, Ni, Ag и Sb в битумоидах ОНГКМ существенно выше, чем кларки в карбонатных породах.

5. Построены объемные (3D) модели объемного распределения концентраций металлов в продуктивных отложениях Оренбургского НГКМ

6. Построены и описаны разрезы по моделям объемного распределения концентраций металлов в продуктивных отложениях Оренбургского НГКМ

7. Построены и проанализированы карты линейных прогнозных ресурсов металлов отдельно по стратиграфическим объектам в породах-коллекторах продуктивных отложений центральной, западной и восточной частей Оренбургского НГКМ.

8. Разработана методика оценки перспективности нефтегазоконденсатных и газоконденсатных месторождений как источников полиметаллического сырья.

9. Выделены зоны распространения наиболее высоких концентраций ванадия, никеля, молибдена, серебра и галлия на месторождении, перспективные для организации их направленной добычи. С целью выделения перспективных зон распространения металлов были проанализированы карты линейных прогнозных ресурсов V, Ni, Mo, Ag и Ga для каждого стратиграфического подразделения центральной, западной и восточной частей ОНГКМ отдельно для трещинно-порового и порового типов коллекторов. Всего было выделено 20 перспективных зон (4 зоны в западной части, 6 зон в центральной части, 10 зон в восточной части). В западной части наиболее перспективными являются отложения сакмарского яруса и среднего карбона. В центральной части металлы также сконцентрированы в породах сакмарского яруса и среднего карбона. Кроме того, здесь были выделены две перспективные зоны в отложениях ассельского яруса (поровые коллекторы).

В восточной части перспективными являются отложения всех представленных ярусов нижнепермской системы – артинского, сакмарского, ассельского.

Перечень статей, опубликованных по результатам проведённых исследований в 2019 г. в соответствии с государственным заданием:

1. О перспективах газовой сланцевой революции в России [Текст] / Данилова Е.М., Попова М.Н., Хитров А.М. // Недропользование XXI век – 2019 - №4 - С.144-150
2. Экранирование фаменских залежей нефти Хорейверской впадины и прилегающих территорий (Тимано-Печорская НГП) [Текст] / Риле Е.Б., Ершов А.В., Попова М.Н. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - №11. С.4-12.
3. О картировании наилучших природных резервуаров в рифовых отложениях верхнего девона Тимано-Печорской НГП [Текст]/ Данилова Е.М., Колоколова И.В., Коновалова И.Н. // Актуальные проблемы нефти и газа – 2019 - Вып. 4.
4. Среднеордовикско-верхнедевонские природные резервуары шельфа Печорского моря и прилегающей суши Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции [Текст] / Риле Е.Б., Ершов А.В. // Актуальные проблемы нефти и газа – 2019г - Вып. 4(27)
5. Электронно-микроскопические исследования карбонатно-кремнистых пород-доманикоидов [Текст] / Кузьмин В.А., Скибицкая Н.А. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования – 2019 - № 2 - С. 1–10. DOI 10.1134/S0207352819020094
Electron Microscopic Study of Siliceous-Carbonate Rocks of the Domanikoid Type [Text] / Kuzmin V. A., * Skibitskaya N. A. // Revised April 5, 2018; Accepted April 5, 2018 ISSN 1027-4510, Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, 2019, Vol. 13, No. 1, pp. 124–131. © Pleiades Publishing, Ltd., 2019. Russian Text © V.A. Kuzmin, N.A. Skibitskaya, 2019, published in Poverkhnost', 2019, No. 2, pp. 64–73. WOS
6. Перспективность нефтегазоконденсатных и газоконденсатных месторождений как источников полиметаллического сырья [Текст] / Скибицкая Н.А., Бурханова И.О., Большаков М.Н., Навроцкий О.К. // Актуальные проблемы нефти и газа – 2019 - Вып. 1(24). DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2019-24.art6
7. Ресурсы металлов Оренбургского НГКМ / Бурханова И.О., Скибицкая Н.А., Большаков М.Н., Доманова Е.Г. (ИПНГ РАН), Зекель Л.А. (ИНХС РАН)

// 14-ая международная научно-практическая конференция "Новые идеи в науках о Земле". 02-05 апреля 2019 г. С.24-27

8. Стендовое моделирование жизненного цикла пластовой углеводородной системы при истощении нефтегазоконденсатного месторождения (на примере Вуктыльского НГКМ) [Текст] / Скибицкая Н.А., Волков А.Н., Латышев А.А., Индрупский И.М., Попов А.А., Кузьмин В.А., Большаков М.Н. // Научно-технический журнал Нефть Газ ЭКСПОЗИЦИЯ – 2019 - №3 (70). DOI 10.24411/2076-6785-2019-10027

9. Стендовое моделирование технологии добычи жидких углеводородов при насыщенности ниже порога фильтрации из газонасыщенных отложений газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений [Текст] / Скибицкая Н.А., Данилов В.Н., Латышев А.А., Индрупский И.М., Попов А.А.2, Кузьмин В.А.1, Большаков М.Н.1 // Научно-технический журнал Нефть Газ ЭКСПОЗИЦИЯ – 2019 - №4 (71). 10.24411/2076-6785-2019-10039

10. Анализ органического вещества экспрессными методами магнитного резонанса ЭПР, ЯМР в карбонатном разрезе [Текст] Никулин Б.А., Вяткин С.В., Никитин А.А., Чуткерашвили С.Е., Скибицкая Н.А.// Новые идеи в геологии нефти и газа – 2019-URL:www.oilgasideas.ru

11. Микроструктурные параметры емкостного пространства пород перспективных отложений республики Калмыкия [Текст] / Кузьмин В.А., Скибицкая Н.А. // Актуальные проблемы нефти и газа – 2019 - Вып. 3(26) - URL: <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-24.art6>

12. Электронно-микроскопические исследования микроструктурных особенностей порового пространства полимиктовых песчаников [Текст] / Кузьмин В.А., Скибицкая Н.А. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования – 2019 - № 12 – С. 81-87. DOI 10.1134/S1028096019120197, WOS

13. Вопросы определения содержания керогена в породах нефтегазоматеринских отложений [Текст] / Самохвалов Н.И., Скибицкая Н.А., Коваленко К.В. // Геология, геофизика и разработка. УДК 550.83+550.4.07.

14. Дифференцированная оценка продуктивных характеристик пород по данным ГИС на основе петрофизического и геохимического обеспечения [Текст] / Самохвалов Н.И., Скибицкая Н.А., Коваленко К.В. // ЕАГО Геофизика.

15. Ресурсный потенциал ценных металлов Оренбургского месторождения [Текст] / Скибицкая Н.А., Бурханова И.О., Большаков М.Н., Доманова Е.Г., Зекель Л.А. // Актуальные проблемы нефти и газа – 2019 - Вып. 4(27) - URL: <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art6>

16. Увеличение ресурсного потенциала Оренбургского НГКМ в результате оценки прогнозных ресурсов попутных компонентов матричной нефти – металлов (редких и редкоземельных, цветных и благородных). //Труды Всероссийской научно-практической конференции «Новые направления работ на нефть и газ, инновационные технологии разработки месторождений, перспективы добычи нетрадиционного углеводородного сырья» (18-20.09.2019) / Скибицкая Н.А., Дмитриевский А.Н., Ефимов А.Г., Капустин В.М., Чернышева Е.А., Политыкина М.А., Бурханова И.О., Большаков М.Н., Навроцкий О.К., Марутян О.О. // Оренбург, ООО «Типография «Агентство Пресса» 2019. С. 104—114 ISBN 978-5-6043512-4-6.
17. Экспериментальное изучение влияния минерализации раствора NaCl и других солей на удельное электрическое сопротивление раствора/ [Текст] / Пономаренко О.М., Истомина К.А., Макашева Л.Д., Большаков М.Н.//Актуальные проблемы нефти и газа – 2019 – Вып.4(27).
18. Термодинамическое моделирование для оценки эффективности извлечения жидких углеводородов на примере Вуктыльского НГКМ/ [Текст] / Лобанова О.А., Индрупский И.М., Скибицкая Н.А., Крючков В.А.// Научно-технический журнал ЭКСПОЗИЦИЯ НЕФТЬ ГАЗ №6(73), ноябрь 2019г.
19. Лабораторная установка аспирационной термомассометрии Печатн. Патент №2580418 (выдан/зарегистрирован 21.2.2019) Скибицкая Н.А., Кузьмин В.А.

Перечень тезисов, опубликованных по результатам проведённых исследований в 2019 г. в соответствии с государственным заданием:

1. Сланцевые залежи, трудноизвлекаемые запасы и залежи в высокодебитных природных резервуарах: три альтернативы в нефтяной геологии / Данилова Е.М., Попова М.Н. Хитров А.М. // Материалы XVII Геологического съезда Республики Коми. Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России, Том III, г. Сыктывкар, 16-18 апреля 2019г.- С. 132-133.
2. Перспективы поисков залежей нефти в пермских островах палеорек и рифовых барьерах на основе выделения флюидоупоров над высокодебитными коллекторами / Ершов А.В., Попова М.Н. // Материалы XVII Геологического съезда Республики Коми. Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России, Том III, г. Сыктывкар, 16-18 апреля 2019г. С. 134-135.
3. Прогноз нефтеносности высокодебитных верхнедевонских рифовых резервуаров на основе выделения флюидоупоров по данным ГИС и сейсморазведки / Колоколова И.В., Коновалова И.Н. // Материалы XVII

Геологического съезда Республики Коми. Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России, Том III, г. Сыктывкар, 16-18 апреля 2019г. С. 135-137

4. Перспективы открытия новых месторождений углеводородов в Тимано-Печорской провинции / Ростовщиков В.Б. (ФГБОУ ВО УГТУ), Маракова И.А. (ФГБОУ ВО УГТУ), Колоколова И.В. (ИПНГ РАН) // Материалы XVII Геологического съезда Республики Коми. Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России, Том III, г. Сыктывкар, 16-18 апреля 2019г. С. 142-149.

5. Выделение зон улучшенных коллекторских свойств в пределах нижнепермских рифовых построек на примере одного из месторождений Хорейверской впадины / Ершов А.В., Коновалова И.Н. // Сборник тезисов докладов 73-й Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2019». – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2019. – 385 с. ISBN 978-5-91961-300-8, Том 1 URL: http://neftegaz.gubkin.ru/site/assets/files/1385/sbornik_tezisov__tom_1_w.pdf

6. Применение атрибутивного анализа для выделения рифовых резервуаров ассель-сакмарского возраста на примере месторождения в Хорейверской впадине / Ершов А.В. // Материалы XXVI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2019», 8-12 апреля 2019г. С.43

URL:https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2019/data/16224/87212_uid6215_report.pdf

7. Перспективы верхнепермских отложений Верхнепечорской впадины на основе бассейнового моделирования / Бабайкина К.В. // Сборник тезисов докладов 73-й Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2019». – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2019. – 385 с. ISBN 978-5-91961-300-8, Том 1 URL: http://neftegaz.gubkin.ru/site/assets/files/1385/sbornik_tezisov__tom_1_w.pdf

8. Критерии выделения природных резервуаров в рифовых отложениях нижней перми по данным 3D сейсморазведки в пределах южной части Хорейверской впадины / Ершов А.В. // Всероссийская молодежная конференция «Актуальные проблемы нефти и газа 2019». Москва, 6-7 ноября 2019г.

9. Выделение системы врезов в среднеордовикско-нижнедевонском карбонатном НГК на примере южной части Цильегорской депрессии по данным 3D сейсморазведки / Ершов А.В. // Всероссийская молодежная конференция «Актуальные проблемы нефти и газа 2019». Москва, 6-7 ноября 2019г.

10. К вопросу о нефтеносности серпуховского горизонта на примере одного из месторождений юга Хорейверской впадины / Ершов А.В., Жилина И.В. // Всероссийская молодежная конференция «Актуальные проблемы нефти и газа 2019». - 6-7 ноября 2019г.
11. Ресурсы металлов Оренбургского НГКМ / Бурханова И.О., Скибицкая Н.А., Большаков М.Н., Доманова Е.Г. (ИПНГ РАН), Зекель Л.А. (ИНХС РАН) // 14-ая международная научно-практическая конференция "Новые идеи в науках о Земле". 02-05 апреля 2019 г.
12. Увеличение ресурсного потенциала Оренбургского НГКМ в результате оценки прогнозных ресурсов попутных компонентов матричной нефти – металлов (редких и редкоземельных, цветных и благородных) [Текст] / Скибицкая Н.А., Дмитриевский А.Н., Ефимов А.Г., Капустин В.М., Чернышева Е.А., Политыкина М.А., Бурханова И.О., Большаков М.Н., Навроцкий О.К., Марутян О.О. // Труды Всероссийской научно-практической конференции «Новые направления работ на нефть и газ, инновационные технологии разработки месторождений, перспективы добычи нетрадиционного углеводородного сырья» (18-20.09.2019).
13. Оценка рисков поисков залежей УВ в доманиково- турнейском НГК (Тимано-Печорский нефтегазоносный бассейн) [Текст]/ Колоколова И. В. (ИПНГ РАН), Ростовщиков В. Б. (ФГБОУ ВО УГТУ) // Сборник тезисов Всероссийской научно- технической конференции (с международным участием) «Проблемы геологии, разработки и эксплуатации месторождений и транспорта трудноизвлекаемых запасов углеводородов-2019», Ухта, 7-8 ноября 2019.

**Перечень патентов и зарегистрированных программ
для ЭВМ за 2019 г. в соответствии с государственным заданием:**

1. Скибицкая Н.А., Кузьмин В.А. Патент № 2580418 от 21.2.2019г. Лабораторная установка аспирационной термомассометрии.

**Выполнение НИР по госзаданию на период 2019 - 2021 гг.
по направлениям исследований в рамках
Программы фундаментальных научных исследований
государственных академий наук на 2013 – 2020 годы**

Тема 3. Название научной работы: «Обоснование инновационных экологически чистых технологий разработки месторождений УВ в сложных горно-геологических условиях на основе 3D-компьютерного моделирования, лабораторных экспериментов и опытно-промысловых исследований».

Рег. № НИОКТР: АААА-А19-119022090096-5

Раздел IX: «Науки о Земле». ПФНИ № 132. Комплексное освоение и сохранение недр Земли, инновационные процессы разработки месторождений полезных ископаемых и глубокой переработки минерального сырья.

Научный руководитель темы – советник директора ИПНГ РАН,
гл.н.с., д.т.н. Закиров Э.С.

Основные результаты проведённых исследований в 2019 г.

Исследования выполнялись в рамках пяти сквозных подтем, по которым получены следующие основные результаты.

1. Создано математическое и программное обеспечение для совместного моделирования двухфазных течений и динамического изменения электрического поля в пласте при проведении электрокаротажа в процессе специализированных гидродинамических исследований скважин (ГДИС). Исследования данного типа позволяют определять важнейшие фильтрационные характеристики многофазного течения на основе комплексирования данных геофизических исследований скважин (ГИС) и ГДИС. В результате возможно достоверное определение функций относительных фазовых проницаемостей, что позволяет преодолеть масштабный фактор лабораторного определения указанных величин.

Публикации:

– Шишкина О.А., Индруцкий И.М., Алексеева Ю.В., Макарова А.А., Коваленко К.В. Моделирование показаний электрического каротажа при двухфазных гидродинамических исследованиях скважин [Электронный

ресурс] // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 4(27). DOI: 10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art18 – РИНЦ.

– Goncharova Yu.A., Indrupskiy I.M. Replacement of numerical simulations with machine learning in the inverse problem of two-phase flow in porous medium // IOP Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1391. – 012146. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1391/1/012146> (WoS).

2. Развита математическая модель неравновесного фазового поведения углеводородных смесей при разработке нефтяных и газоконденсатных залежей. Создано математическое и программное обеспечение для моделирования неравновесных изохорных процессов и проведена верификация модели путем прямого сопоставления с результатами калориметрических экспериментов в многокомпонентных углеводородных смесях с прямым определением релаксационных параметров по лабораторным данным.

В рамках совместных исследований на основе модели неравновесных фазовых переходов обоснована постановка задачи и разработаны модель и алгоритм для расчета процесса выброса газа при бурении на нефтяной основе с учетом неравновесных фазовых переходов в стволе скважины. Данная проблема актуальна для бурения скважин на нефтяной основе с управлением давлением на устье. В случае неправильного определения пластового давления возможен выброс газа в ствол скважины с последующим подъемом пузыря, сопровождающимся неравновесным массообменом между нефтяной и газовой фазой. Подъем газового пузыря до устья чреват аварийными ситуациями. Разработанные модель и алгоритм позволяют прогнозировать процесс и дают возможность подавления нежелательных ситуаций за счет управления давлением на устье.

Продолжено внедрение модели неравновесного фазового поведения в практику решения задач разработки российских и зарубежных месторождений углеводородов в рамках сотрудничества с разработчиками отечественного программного комплекса RFD tNavigator.

Публикации:

– Tikhonov V.S., Indrupskiy I.M., Bukashkina O.S. Effects of phase transitions on nonstationary liquid-gas flow in a well during gas kicks // Journal of Petroleum Science and Engineering. – Vol. 184. – January 2020. – 106526. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.106526> – WoS, Q1.

– Aglyamova A.I., Indrupskiy I.M. Numerical simulation of non-equilibrium isochoric phase transitions in hydrocarbon mixtures // IOP Journal of Physics: Conference Series. – 2019.

– Vol. 1391. – 012149. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1391/1/012149> – Scopus Q3, WoS.

– Bogachev K., Zemtsov S., Milyutin S., Indrupskiy I., Lobanova O. Numerical Modeling of Non-Equilibrium Phase Transitions in the Isothermal Compositional Hydrocarbon Flow Simulations // SPE Russian Petroleum Technology Conference, 22-24 October 2019, Moscow, Russia. – SPE-196871-MS. DOI: <https://doi.org/10.2118/196871-MS> – Scopus.

– Al-Jenaibi F., Bogachev K., Milyutin S., Zemtsov S., Gusarov E., Kuzevanov M., Indrupskiy I. Numerical Simulation of Non-Equilibrium Phase Behavior of Hydrocarbons for Modeling Oil and Gas Fields with Gas Injection // SPE Reservoir Characterisation and Simulation Conference and Exhibition, 17-19 September 2019, Abu Dhabi, UAE. – SPE-196633-MS. DOI: <https://doi.org/10.2118/196633-MS> – Scopus.

3. На основе теоретической модели Андерсона-Шульца-Флори для молекулярно-массовых распределений углеводородов в реакции Фишера-Тропша обоснована феноменологическая формула геосинтеза для углеводородов с учетом каталитических свойств геологической среды. Ранее данный подход применялся к n-алканам тяжелых нефтей, битумам и газогидратам. Делается вывод, что механохимический процесс геосинтеза УВ и водорода относится к тому же классу реакций поликонденсационного синтеза из оксидов углерода и воды, что и процесс Фишера-Тропша.

Крупномасштабное 3D геолого-гидродинамическое моделирование позволило обосновать способ компактного захоронения гелиевого концентрата в водоносном пласте. Обеспечивающий последующее достаточно полное его извлечение на поверхность за время этапа отбора пластового флюида.

Публикации:

– Barenbaum A.A., Klimov D.S. Theoretical model Anderson-Schulz-Flory within the framework of studying the mechanism of polycondensation synthesis // Inorganic Chemistry Communications. – Feb. 2020. – Vol. 112. – 107664. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2019.107664>– WoS, Q3.

– Barenbaum A.A., Shpekin M.I. Origin and formation mechanism of craters, seas and mascons on the Moon // IOP Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1147. – conf. 1. – 012057. DOI: 10.1088/1742-6596/1147/1/012057 - Scopus Q3, WoS.

– Баренбаум А.А. Новые представления о происхождении нефти и газа в связи с открытием явления пополнения запасов эксплуатируемых месторождений (New representations on oil and gas origin in connection with the opening of the phenomenon of reserves replenishment in exploited oil fields) //

Георесурсы (Georesursy). – 2019. – Т.21. – №4. – С.34-39. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2019.4.34-39> – WoS, ESCI.

4. В 2019 г. разработана структурная схема блока пробоподготовки для измерения массового содержания нефти (нефтепродуктов) в потоке воды высокого давления методом инфракрасной спектроскопии с помощью ИК-анализатора типа ИКАН-1. Устройство может использоваться при разведочном бурении на нефть и газ, а также при других работах для анализа устьевых проб.

5. Проведен комплексный анализ проблемы ликвидационных работ на нефтяных и газовых скважинах с точки зрения обеспечения их долгосрочной герметичности "на века" с учетом влияния природных и техногенных факторов. Показано, что текущее состояние проблемы чревато масштабными экологическими катастрофами. Представлен доклад по проблеме ликвидационных работ на заседании секции "Охрана и рациональное использование недр" при НТС Росприроднадзора. Протоколом заседания зафиксировано решение о необходимости проведении широких исследований по контролю состояния ликвидированных и "заброшенных" скважин, а также по созданию технологий надежной герметизации скважин "на века". Подготовлена заявка на изобретение РФ на способ заканчивания скважины (Способ заканчивания скважин / Закиров Э.С., Закиров С.Н., Аникеев Д.П., Индрупский И.М. Заявка № 2019105017/20(009538) от 22.02.2019.

Указанный способ позволит обосновать более совершенный метод ликвидации скважины, созданной на основе планируемого изобретения.

Публикации:

– Тупышев М.К. Контроль динамики техногенных напряжений в горных породах пластов, в том числе покрышки, при создании и эксплуатации подземных хранилищ газа [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 2(25). С.12.

DOI: <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-25.art12> – РИНЦ.

– Аникеев Д.П., Закиров С.Н., Аникеева Э.С., Лысенко А.Д. Негерметичность скважин - глобальная проблема, а не локальная [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 4(27). DOI: [10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art15](https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art15) – РИНЦ.

– Тупышев М.К. Современные способы ликвидации нефтегазовых скважин (на основании исследования патентных источников) [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 4(27).

DOI: [10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art20](https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art20) – РИНЦ.

– Никонов А.И. Применение метода структурного дешифрирования с целью выявления потенциально опасных деформаций земной поверхности и

зон вертикальных флюидоперетоков в пределах локальных платформенных структур (на примере Совхозного ПХГ) [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 3(26). С. 16.
DOI: <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-26.art16> – РИНЦ.

Полученные по теме результаты имеют практическую значимость, при участии исполнителей начато их прикладное использование и внедрение.

1. На основе результатов выполнения темы в 2019 г. получено 7 патентов РФ на изобретения:

а. Закиров С.Н., Закиров Э.С., Индрупский И.М., Аникеев Д.П., Климов Д.С., Дроздов А.Н., Дроздов Н.А., Спесивцев Ю.Н. Пат. RU 2680158 С1. Способ геомеханического воздействия на пласт. № 2018112310. Заявл. 05.04.2018. Оpubл. 18.02.2019 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 5.

б. Закиров С.Н., Закиров Э.С., Индрупский И.М., Аникеев Д.П., Баганова М.Н., Дроздов А.Н., Дроздов Н.А. Пат. RU 2680563 С1. Способ и устройство для геомеханического воздействия на пласт. № 2018112308. Заявл. 05.04.2018. Оpubл. 22.02.2019 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 6.

в. 4. Василенко П.А., Курьяков В.Н., Горохов А.В. Пат. RU 2702704 С1. Экспрессный способ обнаружения взвеси твердых парафинов в продукции нефтегазоконденсатных скважин. № 2019105679. Заявл. 28.02.2019. Оpubл. 09.10.2019 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 28.

г. Василенко П.А., Якубсон К.И. Пат. RU 2693566 С1. Способ раздельного определения содержания нефти и газового конденсата в продукции нефтегазоконденсатных скважин. № 2016125893. Заявл. 29.06.2016. Оpubл. 03.07.2019 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 19.

д. Абукова Л.А., Абрамова О.П., Тупысев М.К. Пат. RU 2681144 С1. Способ контроля за разработкой газового месторождения. № 2018103869. Заявл. 01.02.2018. Оpubл. 04.03.2019 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 7.
– Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

е. Тупысев М.К. Пат. RU 2687663 С1. Способ эксплуатации газовой скважины. № 2018102511. Заявл. 23.01.2018. Оpubл. 15.05.2019 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 15.

ж. Тупысев М.К., Никонов А.И., Тупысев А.М. Пат. RU 2697302 С1. Газодожимная установка. № 2017137656. Заявл. 16.02.2017. Оpubл. 13.08.2019 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 23.

Относительно патентов а и б можно сообщить следующую информацию. В 2019 г. завершен этап исследований с выходом на создание объектов интеллектуальной собственности, защищающих результаты научного поиска технологических способов по обоснованию способа и устройства для

геомеханического воздействия на призабойную зону скважин с целью повышения продуктивности скважин и последующего повышения эффективности разработки нефтяных залежей в низкопроницаемых продуктивных пластах.

На уровне патентной новизны показано, что создание вокруг ствола скважины зоны вторичной трещиноватости возможно осуществить путем реализации повторяющихся циклов снижения и роста забойного давления скважины. Создание трещин ожидается при снижении давления до достижения максимально технологически возможной депрессии на пласт, а их раскрытие - при восстановлении забойного давления или принудительном повышении забойного давления путем нагнетания в пласт агента до достижения стационарной величины технологически реализуемого максимального забойного давления. При этом циклы снижения и повышения давления рекомендуется повторять до достижения стабильных значений коэффициентов продуктивности или приемистости. После окончания циклов воздействия скважину вводят в эксплуатацию при проектных режимах добычи или нагнетания.

Предлагаемый подход для ряда типовых условий является альтернативой проведению дорогостоящего и экологически вредного гидроразрыва пласта. Ведется активное взаимодействие с нефтяными компаниями по подготовке к промысловым экспериментам для апробации предложенного метода.

Применительно к патентам в и г можно сформулировать следующий результат: получен ряд РИД по разработке недорогих и надежных методик и оборудования для оперативного исследования проб нефти методом ИК-спектрометрии с целью разделения добываемой продукции на собственно нефть и газоконденсат, а также обнаружения взвеси твердых парафинов в добываемой продукции.

Патент в. Изобретение относится к области анализа методами ИК – спектрометрии высокого разрешения состава продукции нефтяных и газоконденсатных скважин при разработке нефтегазоконденсатных месторождений. Раздельное измерение массовых долей нефти и стабильного газового конденсата в продукции нефтегазоконденсатных скважин необходимо для составления отчетного баланса запасов по нефтегазоконденсатным месторождениям в соответствии с формой государственного статистического наблюдения № 6-гр (нефть, газ, компоненты). Данные замеры позволяют оперативно оценивать происходящие изменения физико-химических свойств флюидов и корректировать процесс разработки.

Патент г. Изобретение относится к нефтегазовой отрасли и может быть

использовано для оперативного контроля методом ИК – спектрометрии появления взвеси твердых парафинов в продукции нефтяных и газоконденсатных скважин при разработке нефтегазоконденсатных месторождений. В настоящее время на добывающих предприятиях нефтегазовой отрасли не существует оперативного контроля появления взвеси твердых парафинов в продукции скважин. Выпадение парафинов из нефти приводит к их осаждению на стенках скважин (парафинизация скважины) и трубопроводов (парафинизация трубопроводов), что мешает нормальному процессу добычи и транспортировки нефти, а также приводит к потере ценного продукта переработки нефти (парафина).

О патентах д, е, ж можно сообщить следующее. Изобретение по патенту RU 2681144 C1 относится к области разработки газовых месторождений и может быть использовано для повышения точности при контроле за разработкой, а именно при поступлении пластовой воды. Технически способ контроля за разработкой газового месторождения включает замер термобарических параметров газового потока эксплуатационных скважин, определение минерализации пластовой воды месторождения, замер количества конденсационной и пластовой воды в продукции эксплуатационных скважин, а также минерализации их смеси.

Изобретение по патенту RU 2687663 C1 относится к области добычи природного газа и может быть использовано при разработке газовых месторождений, в призабойной зоне скважин которых может происходить гидратообразование. Предлагается способ эксплуатации газовой скважины, включающий перфорацию ее обсадной колонны в интервале залегания продуктивной газовой залежи, спуск колонны насоснокомпрессорных труб с пакером и ингибиторным клапаном, приведение пакера в рабочее состояние (с изоляцией затрубного пространства от трубного) и подачу ингибитора гидратообразования по затрубному пространству через ингибиторный клапан в колонну насосно-компрессорных труб в процессе эксплуатации скважины. Таким образом, предотвращается возможное гидратообразование в призабойной зоне газовых скважин и обеспечивается их стабильная работа.

В патенте RU 2697302 C1 рассматривается техническое решение газодожимной установки, которая позволит производить непрерывное компримирование и подачу низконапорного газа потребителю в автоматизированном режиме. Установка позволяет утилизировать любой газ, потребность в утилизации которого возникает при подготовке продукции нефтегазоконденсатных месторождений к дальнему транспорту (например, компримирование пропан-бутановых фракций при стабилизации газового конденсата).

Установка является дополнительным устройством к известным плунжерным насосам, поэтому она требует на порядок меньших затрат по сравнению с компрессорами. По сравнению с эжекторными установками для утилизации низконапорного газа предлагаемая установка не завязана на высоконапорный газ, т.е. работает автономно как компрессор.

2. Результаты выполнения исследований по теме нашли применение в прикладных НИР, выполняемых в 2019-21 гг. по заказу АО «АРКТИКГАЗ», по теме «Обоснование влияющих факторов и методическое сопровождение ОПР по повышению конденсатоотдачи на залежах пласта Ач51 Уренгойского месторождения».

3. По результатам исследований прочитан ряд открытых лекций по приглашению информационного агентства REGNUM, отраслевых ВУЗов и организаций.

Приведенные сведения подтверждают ранее озвученный вывод, что план исследований по теме в 2019 г. выполнен полностью, получены все запланированные результаты и начато их практическое внедрение.

Перечень статей, опубликованных по результатам проведенных исследований в 2019 г. в соответствии с государственным заданием:

1. Tikhonov V.S., Indrupskiy I.M., Bukashkina O.S. Effects of phase transitions on nonstationary liquid-gas flow in a well during gas kicks // Journal of Petroleum Science and Engineering. – Vol. 184. – January 2020. – 106526. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.106526>. (WoS, Q1).

2. Barenbaum A.A, Klimov D.S. Theoretical model Anderson-Schulz-Flory within the framework of studying the mechanism of polycondensation synthesis // Inorganic Chemistry Communications. – Feb. 2020. – Vol. 112. – 107664. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2019.107664> (WoS, Q3).

3. Баренбаум А.А. Новые представления о происхождении нефти и газа в связи с открытием явления пополнения запасов эксплуатируемых месторождений (New representations on oil and gas origin in connection with the opening of the phenomenon of reserves replenishment in exploited oil fields) // Георесурсы (Georesursy). – 2019. – Т.21. – №4. – С.34-39. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2019.4.34-39> (WoS, Q4).

4. Закиров С.Н., Утопленников В.К., Закиров Э.С. Об особенностях прогнозирования добычи природных углеводородов из месторождений фундамента // Георесурсы. – 2019. – т. 21. – №4. – с 49-55. (WoS, Q4) DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2019.4.49-54>

5. Aglyamova A.I., Indrupskiy I.M. Numerical simulation of non-equilibrium isochoric phase transitions in hydrocarbon mixtures // IOP Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1391. – 012149. DOI: 10.1088/1742-6596/1391/1/012149 (WoS).
6. Barenbaum A.A., Shpekin M.I. Origin and formation mechanism of craters, seas and mascons on the Moon // IOP Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1147. – conf. 1. – 012057. DOI: 10.1088/1742-6596/1147/1/012057 (WoS).
7. Goncharova Yu.A., Indrupskiy I.M. Replacement of numerical simulations with machine learning in the inverse problem of two-phase flow in porous medium // IOP Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1391. – 012146. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1391/1/012146> (WoS).
8. Shiryaev I.M., Zakirov E.S., Indrupskiy I.M. Study of geologically consistent history matching peculiarities by means of gradient-free optimization methods // IOP Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1391. – 012146. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1391/1/012148> (WoS).
9. Al-Jenaibi F., Bogachev K., Milyutin S., Zemtsov S., Gusarov E., Kuzevanov M., Indrupskiy I. Numerical Simulation of Non-Equilibrium Phase Behavior of Hydrocarbons for Modeling Oil and Gas Fields with Gas Injection // SPE Reservoir Characterisation and Simulation Conference and Exhibition, 17-19 September 2019, Abu Dhabi, UAE. – SPE-196633-MS. DOI: <https://doi.org/10.2118/196633-MS> (Scopus).
10. Bogachev K., Zemtsov S., Milyutin S., Indrupskiy I., Lobanova O. Numerical Modeling of Non-Equilibrium Phase Transitions in the Isothermal Compositional Hydrocarbon Flow Simulations // SPE Russian Petroleum Technology Conference, 22-24 October 2019, Moscow, Russia. – SPE-196871-MS. DOI: <https://doi.org/10.2118/196871-MS> (Scopus).
11. Barenbaum A.A., Klimov D.S. Theoretical model of Anderson-Schulz-Flory as a tool to study geosynthesis mechanism // Experiment in Geosciences. Journal of the Institute of Experimental Mineralogy (IEM). – 2019. – Vol. 25. – №1. – P.13-17.
12. Barenbaum A.A., Shpekin M.I. Origin of craters, mares and mascons on Moon in the light of the Galactocentric paradigm // Experiment in Geosciences. Journal of the Institute of Experimental Mineralogy (IEM). – 2019. – Vol. 25. – №1. – P.17-21.
13. Баренбаум А.А. Происхождение микроволнового космического фона // Инженерная физика. – 2019. – № 1. – С.39-48. DOI: 10.25791/infizik.01.2019.392.

14. Закиров С.Н., Закиров Э.С., Индрупский И.М., Аникеев Д.П., Лукманов А.Р., Климов Д.С. Устаревшие технологии добычи нефти и газа как источник новых экологических катаклизмов // Экологический Вестник России (ЭВР). – 2019. – № 8. – с. 20-25.

(https://elibrary.ru/title_about.asp?id=8275).

15. Лобанова О.А., Индрупский И.М., Скибицкая Н.А., Крючков В.А. Термодинамическое моделирование для оценки эффективности извлечения жидких углеводородов на примере Вуктыльского НГКМ // Экспозиция Нефть Газ. – 2019. – №6(73). – с. 17-22. DOI: <https://doi.org/10.24411/2076-6785-2019-10059>.

16. Никонов А.И. Применение метода структурного дешифрирования с целью выявления потенциально опасных деформаций земной поверхности и зон вертикальных флюидоперетоков в пределах локальных платформенных структур (на примере Совхозного ПХГ) [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 3(26). С. 16. DOI: <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-26.art16>.

17. Скибицкая Н.А., Волков А.Н., Латышев А.А., Индрупский И.М., Попов А.А., Кузьмин В.А., Большаков М.Н. Стендовое моделирование жизненного цикла пластовой углеводородной системы при истощении нефтегазоконденсатного месторождения (на примере Вуктыльского НГКМ) // Экспозиция Нефть Газ. – 2019. – №3(70). – с. 23-28. DOI: <https://doi.org/10.24411/2076-6785-2019-10027>.

18. Скибицкая Н.А., Данилов В.Н., Латышев А.А., Индрупский И.М., Попов А.А., Кузьмин В.А., Большаков М.Н. Стендовое моделирование технологии добычи жидких углеводородов при насыщенности ниже порога фильтрации из газонасыщенных отложений газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений // Экспозиция Нефть Газ. – 2019. – 4 (71). – с. 46-54. DOI: <https://doi.org/10.24411/2076-6785-2019-10039>.

19. Тупысев М.К. Контроль динамики техногенных напряжений в горных породах пластов, в том числе покрышки, при создании и эксплуатации подземных хранилищ газа [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 2(25). С.12.

DOI: <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-25.art12>.

20. Аникеев Д.П., Закиров С.Н., Аникеева Э.С., Лысенко А.Д. Негерметичность скважин - глобальная проблема, а не локальная [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 4(27). DOI: [10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art15](https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art15).

21. Тупысев М.К. Современные способы ликвидации нефтегазовых скважин (на основании исследования патентных источников) [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 4(27). DOI: 10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art20.

22. Шишкина О.А., Индрупский И.М., Алексеева Ю.В., Макарова А.А., Коваленко К.В. Моделирование показаний электрического каротажа при двухфазных гидродинамических исследованиях скважин [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 4(27). DOI: 10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art18.

Перечень опубликованных тезисов конференций по результатам проведенных исследований в 2019 г.

Публикации в сборниках или материалах конференций:

1. Barenbaum A.A. Stratigraphic scale as proof of cyclicity bombardments of solar system by galactic comets // The Tenth Moscow Solar System Symposium (10M-S3). Overview 10M-S3 Program. IKI RAS, 7-11.10.2019. – 10MS3-PS-49.

2. Barenbaum A.A., Shpekin M.I. Problems of interpretation crater data in the Solar System // The Tenth Moscow Solar System Symposium (10M-S3). Overview 10M-S3 Program. IKI RAS, 7-11.10. 2019. – 10MS3-PS-50.

3. Баренбаум А.А. Геосинтез углеводородов как планетарное геохимическое явление (Электронное издание) // Новые идеи в геологии нефти и газа-2019. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции / отв. ред. А.В. Ступакова. М.: Изд-во «Перо». – 2019. – С.37- 42.

4. Баренбаум А.А. Научная революция в проблеме нефтегазообразования: «глубинная дегазация» и «углеводородный потенциал недр» в свете новых представлений // Углеводородный и минерально-сырьевой потенциал кристаллического фундамента: Материалы Международной научно-практической конференции. – Казань. Изд-во «Ихлас». – 2019. – С.33-36.

5. Баренбаум А.А. Об участии геосинтеза в нефтегазообразовании // Органическая минералогия: Материалы V Российского совещания с международным участием. Пущино: ИФХ и БПП РАН. – 2019. – С.16-17.

6. Баренбаум А.А. Смещение тепловых потоков в срединных океанических хребтах силой Кориолиса // Геология морей и океанов: Материалы XXII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т.V. – М.: ИО РАН. – 2019. – С.37-40.

7. Баренбаум А.А., Климов Д.С. Теоретическая Модель Андерсона-Шульца-Флори как инструмент изучения механизма геосинтеза // Труды

Всероссийского ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии. Москва, 16–17 апреля 2019 года. / Отв. редактор О.А. Луканин, - М: ГЕОХИ РАН. – 2019. – с.141-142.

8. Баренбаум А.А., Шпекин М.И. Происхождение кратеров, морей и масконов на луне в свете галактоцентрической парадигмы. // Труды Всероссийского ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии. Москва, 16–17 апреля 2019 года. / Отв. редактор О.А. Луканин, - М: ГЕОХИ РАН – 2019. – с.161-165.

9. Богачев К., Земцов С., Милютин С., Индрупский И., Лобанова О. Численное моделирование неравновесных фазовых переходов в изотермической композиционной модели фильтрации углеводородов // SPE Russian Petroleum Technology Conference, 22-24 October 2019, Moscow, Russia. – SPE-196871-RU. <https://doi.org/10.2118/196871-RU>

10. Утопленников В.К., Закиров С.Н., Закиров Э.С. Об особенностях прогнозирования добычи природных углеводородов из месторождений фундамента // Углеводородный и минерально-сырьевой потенциал кристаллического фундамента: Материалы Международной научно-практической конференции. – Казань. Изд-во «Ихлас». – 2019. – С. 112-114.

11. Шаповалова Е.С. Влияние разработки нефтегазовых месторождений на изменения речной сети региона // Тр. международной молодежной научной конференции "Экологические проблемы природо- и недропользования" Т. XIX / Под. ред. В.В.Куриленко - СПб.: СПбГУ, 2019. - 450 с.

Публикации в тезисах конференций:

1. Aglyamova A.I., Indrupskiy I.M. Numerical Simulation of Non-Equilibrium Isochoric Phase Transitions in Hydrocarbon Mixtures // 8th International Conference on Mathematical Modelling in the Physical Sciences (IC-MSQUARE) – Bratislava, Slovakia, 26-29 August 2019.

2. Al-Jenaibi F., Bogachev K., Milyutin S., Zemtsov S., Gusarov E., Kuzevanov M., Indrupskiy I. Numerical Simulation of Non-Equilibrium Phase Behavior of Hydrocarbons for Modeling Oil and Gas Fields with Gas Injection // SPE Reservoir Characterisation and Simulation Conference and Exhibition, 17-19 September 2019, Abu Dhabi, UAE.

3. Goncharova Yu.A., Indrupskiy I.M. Replacement of numerical simulations with machine learning in the inverse problem of two-phase flow in porous medium // 8th International Conference on Mathematical Modelling in the Physical Sciences (IC-MSQUARE) – Bratislava, Slovakia, 26-29 August 2019.

4. Shiryaev I.M., Zakirov E.S., Indrupskiy I.M. Study of Geologically Consistent History Matching Peculiarities by Means of Gradient-Free Optimization

Methods // 8th International Conference on Mathematical Modelling in the Physical Sciences (IC-MSQUARE) – Bratislava, Slovakia, 26-29 August 2019.

5. Баренбаум А.А., Климов Д.С. О применении модели Андерсона-Шульца-Флори при геосинтезе // Труды Всероссийского ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии (ВЕСЭМПГ-2019). М.: ГЕОХИ РАН. – 2019. – с.10.

6. Баренбаум А.А., Шпекин М.И. Кумулятивный механизм кратерообразования // Труды Всероссийского ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии (ВЕСЭМПГ-2019). М.: ГЕОХИ РАН. – 2019. – с.10.

7. Богачев К., Земцов С., Милютин С., Индрупский И., Лобанова О. Численное моделирование неравновесных фазовых переходов в изотермической композиционной модели фильтрации углеводородов // SPE Russian Petroleum Technology Conference, 22-24 October 2019, Moscow, Russia. SPE-196871-MS.

8. Розман М.С., Индрупский И.М., Закиров С.Н., Закиров Э.С., Смоляк С.А., Аникеев Д.П. О технико-экономическом обосновании добыч ТРИЗ / Тр. ежегодной Международной конференция имени Н.Н. Лисовского “Трудноизвлекаемые запасы – настоящее и будущее”. – 2019. – С.25-26.

9. Шишкина О.А., Индрупский И.М., Макарова А.А., Алексеева Ю.В., Коваленко К.В. Моделирование показаний электрического каротажа при двухфазных гидродинамических исследованиях скважин // Тезисы III Всероссийской научной конференции "Актуальные проблемы нефти и газа", ИПНГ РАН 6.11.2019-7.11.2019.

Перечень патентов

1. Абукова Л.А., Абрамова О.П., Тупысев М.К. Пат. RU 2681144 С1. Способ контроля за разработкой газового месторождения. № 2018103869. Заявл. 01.02.2018. Оpubл. 04.03.2019 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 7. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

2. Тупысев М.К. Пат. RU 2687663 С1. Способ эксплуатации газовой скважины. № 2018102511. Заявл. 23.01.2018. Оpubл. 15.05.2019 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 15. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

3. Тупысев М.К., Никонов А.И., Тупысев А.М. Пат. RU 2697302 С1. Газодожимная установка. № 2017137656. Заявл. 16.02.2017. Оpubл. 13.08.2019 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. №23. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

4. Василенко П.А., Курьяков В.Н., Горохов А.В. Пат. RU 2702704 С1. Экспрессный способ обнаружения взвеси твердых парафинов в продукции

нефтегазоконденсатных скважин. № 2019105679. Заявл. 28.02.2019. Оpubл. 09.10.2019 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 28. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

5. Василенко П.А., Якубсон К.И. Пат. RU 2693566 С1. Способ раздельного определения содержания нефти и газового конденсата в продукции нефтегазоконденсатных скважин. № 2016125893. Заявл. 29.06.2016. Оpubл. 03.07.2019 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 19. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

6. Закиров С.Н., Закиров Э.С., Индрупский И.М., Аникеев Д.П., Климов Д.С., Дроздов А.Н., Дроздов Н.А., Спесивцев Ю.Н. Пат. RU 2680158 С1. Способ геомеханического воздействия на пласт. № 2018112310. Заявл. 05.04.2018. Оpubл. 18.02.2019 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 5. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

7. Закиров С.Н., Закиров Э.С., Индрупский И.М., Аникеев Д.П., Баганова М.Н., Дроздов А.Н., Дроздов Н.А. Пат. RU 2680563 С1. Способ и устройство для геомеханического воздействия на пласт. № 2018112308. Заявл. 05.04.2018. Оpubл. 22.02.2019 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 6. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

**Выполнение НИР по госзаданию на период 2019 - 2021 гг.
по направлениям исследований в рамках
Программы фундаментальных научных исследований
государственных академий наук на 2013 – 2020 годы**

Тема 4. Название научной работы: «Исследование термодинамических свойств углеводородных смесей, моделирование гидротермодинамических, физико-химических и геомеханических процессов в геосредах с целью повышения эффективности разработки трудноизвлекаемых запасов нефти и газа».

Рег. № НИОКТР: АААА-А19-119030690057-5

Раздел IX: «Науки о Земле». ПФНИ № 132. Комплексное освоение и сохранение недр Земли, инновационные процессы разработки месторождений полезных ископаемых и глубокой переработки минерального сырья.

Научный руководитель темы – зав.лаб., гл.н.с., д.т.н. Максимов В.М.

Основные результаты проведённых исследований в 2019 г.

1. Разработан эффективный оптический метод идентификации и изучения околокритического состояния пластовых углеводородных флюидов, находящихся в переходной зоне от летучей нефти к газоконденсату, т.е. при пластовой температуре близкой к критической. Метод основан на инструментальном измерении интенсивности критической опалесценции и отслеживании момента прохождения мениска, разделяющего газовую и жидкую фазы, через середину внутреннего объема оптической ячейки, что является необходимым требованием при пересечении пограничной кривой в критической точке. Суть метода состоит в измерении температурной зависимости интенсивности светорассеяния исследуемым флюидом на последовательности изохор, покрывающих доступную для оптических измерений область изменения термобарических параметров, с целью выделения области околокритического состояния (критической опалесценции) и отслеживания аномалий интенсивности светорассеяния, отражающих изменения фазового состояния рассеивающей среды. В области применимости оптических измерений метод решает проблему надежного определения критических параметров термически стабильных

углеводородных флюидов. Апробация метода на ряде модельных и пластовых УВ смесях показала его высокий практический потенциал. Метод может быть реализован на любой серийно выпускаемой установке измерения интенсивности рэлеевского рассеяния света, снабженной прецизионным термостатом и оптической ячейкой высокого давления.

2. В рамках флуктуационной теории околокритического состояния многокомпонентных углеводородных смесей (скейлинг) получены аналитические уравнения изоплер, т.е. кривых постоянного отношения объемов жидкой и газовой фаз, в переменных температура-давление и температура-плотность. Особое внимание уделено изоплере равных объемов сосуществующих фаз, поскольку ее линейная экстраполяция до пересечения с пограничной кривой часто используется для нахождения положения критической точки. Получены уравнения, определяющие положения криконденбары и крикондентермы, т.е. точек максимального давления и максимальной температуры, при которых еще возможно двухфазное равновесие. Показано, что объем жидкой фазы при движении по изотерме или изобаре имеет характерный максимум, величина которого уменьшается при приближении к крикондентерме или криконденбаре соответственно.

Уравнение состояния многокомпонентной смеси, разработанное в рамках масштабной (скейлинг) теории, впервые применено к описанию PVT - данных зависимости давления от удельного объема на примере тройной углеводородной смеси метан-пропан-пентан. Такой подход оправдан в силу относительно небольшого объема получаемых экспериментальных данных и визуального метода определения как пограничной кривой в околокритической области, так и самой критической точки.

3. Предложен несложный для пользователя метод определения эффективного состава углеводородной смеси по данным разгонки. В методе производится выбор базисного набора компонентов, и процесс кипения моделируется с помощью кубического уравнения состояния. Метод позволяет получить точное описание кривой кипения без избыточных параметров.

4. Представлены результаты исследований агрегации асфальтенов в углеводородных модельных системах и природной нефти методом динамического рассеяния света. Результаты получены с помощью специально разработанных приборов с использованием обратного рассеяния света в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах. Предложенная методика позволяет проводить измерения интенсивности рассеяния света в «непрозрачных» коллоидных системах, включая природную нефть и различные нефтепродукты, характеризующиеся сильным поглощением света. Изучены различные режимы агрегации асфальтенов, растворенных в толуоле,

при использовании н-гептана в качестве осадителя. Кинетика агрегации асфальтенов в нефтяных системах хорошо описывается в рамках классической теории агрегации коллоидов. Разработанные приборы и методы открывают широкие возможности экспресс-диагностики начальных стадий агрегации асфальтено-смолисто-парафиновых фракций при добыче, транспортировке и переработке углеводородного сырья.

5. Разработана и апробирована экспериментальная методика определения температур фазовых переходов индивидуальных парафинов и их смесей в ротаторные фазы, плавления и кристаллизации. В основе данной методики лежит измерение температурной зависимости интенсивности светорассеяния на эмульсиях парафинов в воде, приготовленных методом ультразвукового диспергирования без добавления поверхностно-активных веществ. Температуры фазовых переходов исследованных н-алканов, измеренные с использованием разработанной методики, хорошо согласуются с опубликованными данными других авторов.

6. Показана принципиальная возможность аналитического представления функций относительных фазовых проницаемостей (ОФП) в процессах нестационарного двухфазного вытеснения флюидов на основе заданных статистических характеристик пористой среды. При интерпретации нестационарных двухфазных исследований, во избежание необходимости решения обратной задачи Бакли-Левверетта, целесообразно в определяющих выражениях функций ОФП перейти от насыщенности s_L в торцевом сечении к средней насыщенности образца как к параметру, допускающему прямое измерение.

Установлено влияние гистерезиса относительных фазовых проницаемостей, проявляющегося при изменении направления вытеснения на противоположное, на закономерности циклической работы ПХГ в водоносном пласте. Показано, что при вытеснении воды газом ОФП и подвижность газовой фазы могут быть существенно выше, чем при вытеснении газа водой при одинаковых значениях насыщенности. Количественная оценка показала, что гистерезис ОФП приводит к ускорению продвижения и увеличению глубины проникновения закачиваемого газа в водоносном пласте.

7. Механизм повышения нефтеотдачи обводненных продуктивных пластов при ударно-волновом воздействии на горную породу предлагается описать следующим образом: ударно-волновое воздействие за счет активизации процессов ползучести в горной породе приводит к изменению напряженно-деформированного состояния пласта, которое, в свою очередь, сопровождается переформированием локальных фильтрационных потоков в пласте и вовлечением в движение нефти из застойных зон.

Показано, что для максимально эффективного использования потенциала этих процессов источники волнового воздействия необходимо размещать на участках максимальной концентрации напряжений сдвига в породе – вдоль линий сгущения изобар при использовании наземных источников и в зоне минимума депрессионной зоны при использовании скважинных источников воздействия.

С позиций теории упругости проанализированы особенности напряженно-деформированного состояния породы вблизи земной поверхности, обусловленные процессом изменения пластового давления при разработке залежей нефти и газа. На основании численных исследований установлено, что проседание земной поверхности является не единственным фактором, приводящим к осложнениям экологического и технологического характера. Показано, что горизонтальные смещения земной поверхности по величине сопоставимы с вертикальными, а дополнительные напряжения, развивающиеся в плоскости, ортогональной дневной поверхности, значительны по величине. Установлено, что над краевой частью залежи на дневной поверхности формируются растягивающие напряжения, что может являться причиной процессов трещинообразования вблизи этой поверхности. Полученные результаты могут быть полезны для анализа и прогнозирования техногенных последствий при разработке месторождений нефти и газа неглубокого залегания.

8. В результате поисковых исследований структуры и подвижности остаточной нефти установлено, что остаточная после заводнения нефть, в общем случае, может быть представлена двумя основными типами: капиллярно-защемленной (условно-подвижной) и прочно связанной со скелетом адсорбированной нефтью, которая ранее не учитывалась. Адсорбционно-связанная нефть состоит преимущественно из смол и асфальтенов. Эта нефть изменяет природную смачиваемость пласта – происходит гидрофобизация природно-гидрофильных пластов-коллекторов. Подвижность капиллярно-защемленной нефти зависит от степени гидрофобизации пласта. Установлено, что порог мобилизации остаточной нефти определяется изменением смачиваемости.

Исходя из новых данных о мобилизации остаточной нефти, проанализированы условия эффективного применения технологий доизвлечения остаточной нефти путем модификации смачиваемости пласта. Показано, что положительный результат доизвлечения остаточной нефти может быть получен только в гидрофобизованных пластах. В отличие от имеющихся экспериментальных данных установлено, что критерием эффективности доизвлечения остаточной нефти служат не значения

остаточной нефтенасыщенности и коэффициентов вытеснения, а капиллярная кривая вытеснения. Проведено гидродинамическое моделирование доизвлечения остаточной нефти путем закачки слабоминерализованной воды. Показано, что положительный эффект от применения технологии возможен лишь в случае, когда диспергирование глинистого цемента пренебрежимо мало.

9. Предложена математическая модель вязкости тяжелой нефти на основе фрактальной теории, учитывающей естественные примеси коллоидных частиц оксидов железа и термодинамические свойства агрегатов коллоидных частиц нефти.

Дано обоснование использования постоянных и переменных электромагнитных полей, механических воздействий, а также химических реагентов различного типа для снижения вязкости нефти. Показано, что значительное снижение вязкости может быть достигнуто как в результате полного разрушения фрактальных агрегатов на мелкие частицы, так и вследствие формирования плотных фрактальных агрегатов, устойчивых к внешним воздействиям. На основе особенностей процессов разрушения и роста фрактальных агрегатов предложен общий подход к снижению вязкости путем варьирования во времени воздействия напряжением сдвига (скоростью сдвига). Экспериментально показано, что можно достичь многократного снижения вязкости в результате воздействия напряжением сдвига по специальной программе.

10. Выявлен и предложен ряд апробированных и перспективных решений и технологий, применительно к условиям Арктики в целом и Мурманского месторождения в частности. К таким технологиям относятся:

- специализированные сейсмические суда, включая подводные;
- подводный комплекс бурения;
- высокотехнологичные скважины, интеллектуальная промысловая обвязка;
- буровые растворы на электроактивной полимерной основе. Новые виды материалов для крепления скважин;
- дистанционное управление промыслом на основе 4D моделирования;
- подводный добычный комплекс с подводным сжижением газа;
- комплексная система обеспечения безопасности подводных объектов.

Для практического применения рекомендуются следующие результаты:

1. Эффективный оптический метод идентификации и изучения околоскважинного состояния пластовых УВ флюидов, находящихся в переходной зоне от летучей нефти к конденсату, т.е. при пластовой

температуре близкой к критической. Метод может быть реализован на любой серийно выпускаемой установке измерения интенсивности рэлеевского рассеивания света, снабженной прецизионным термостатом и оптической ячейкой высокого давления.

2. Эффект поршневания ствола скважины при работе штанговых глубинных насосов, состоящий в использовании батареи дросселирующих элементов в виде набора круглых дисков, установленных в нижней части насосно-компрессорных труб. Гидродинамические волны, возбуждаемые процессом поршневания ствола, могут повысить продуктивность скважины за счет очистки призабойной зоны от загрязняющих примесей, активизации фильтрационных процессов в низкопроницаемых пропластках и т.д. Кроме того, батарея дросселирующих элементов увеличивает амплитуду разрежения давления на уровне продуктивного пласта в фазе подсоса, что повышает эффективность работы насосного оборудования.

Перечень статей, опубликованных по результатам проведенных исследований в 2019 г. в соответствии с государственным заданием:

SCOPUS, WoS:

1. Muratov A.R. Hard-Sphere Fluid: Structure and Viscosities // JETP Letters. – 2019. – Vol. 110, No. 5. – P. 370–374. – <http://doi.org/10.1134/S0021364019170016>. (Scopus).

2. Voronov V.P., Podnek V.E., Anisimov M.A. High-resolution adiabatic calorimetry of supercooled water // XV Russian Conference on Thermophysical Properties of Substances. – Journal of Physics. – 2019. – P. 1–6. – <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1385/1/012008>. (WoS, Q4).

3. Kuryakov V.N., Ivanova D.D. Crystallization behavior of pure n-alkane (n-nonadecane) in a form of nanoemulsion // International Journal of Nanoscience. – 2019. – Vol. 18, No. 03n04. – P. 1940032. – <https://doi.org/10.1142/S0219581X19400325>. (WoS, Q3, Scopus).

4. Kuryakov V.N., Ivanova D.D. Determination of melting point of n-alkanes by means of light scattering technique // J. Phys.: Conf. Ser. 2019. – Vol. 1385. 012045. – P. 1–5. – <https://doi.org/10.1088/17426596/1385/1/012045>. (Scopus, WoS).

5. Максимов В.М. Обобщенный закон многофазной фильтрации и новые эффекты поверхностных явлений при двухфазных течениях в пористой среде

// Георесурсы. – 2019. – Т. 21. – № 1. – С. 86–91. – <https://doi.org/10.18599/grs.2019.1.86-91>. (WoS, Q4).

6. Михайлов Н.Н., Закенов С.Т., Бондаренко А.В., Нуршаханова Л.К., Ли Кай. Опыт реализации технологии полимерного заводнения на нефтяных месторождениях в условиях минерализации пластовых и закачиваемых вод // Нефтяное хозяйство. – 2019 – № 4 – С. 74–78. – <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2019-4-74-78>. (Scopus).

7. Михайлов Н.Н., Ермилов О.М., Сечина Л.С. Влияние асфальтенов на смачиваемость газонефтенасыщенных пород-коллекторов. – Доклады Академии наук – М.: Наука, 2019. – Т. 486, № 1. – С. 65–68. – <https://doi.org/10.31857/S0869-5652486165-68>. (WoS, Q4, Scopus).

8. Svalov A.M. Analysis of the Regularities of Changing the Stressed-Deformed State of the Surface Layers of the Rock Over the Developed Hydrocarbon Deposit // SOCAR Proceeding. – 2019. – Issue 3. – P. 63–69. – <http://doi.org/10.5510/OGP20190300398>. (WoS, Q4, Scopus).

9. Barabanov V.L. Estimation of electrokinetic parameters for rocks in single-phase and two-phase flow experiments // Journal of engineering physics and thermophysics – 2019. – Т. 92, No. 1. – С. 95–103. – <https://doi.org/10.1007/s10891-019-01911-z>. (WoS, Q4).

10. Pikin S.A., Pikina E.S. On DNA motions under action of enzymes of different types. II// Crystallography reports. Pleiades Publishing, Ltd. (Плеядес Пабблишинг, Лтд) (Род-Таун). – 2019. – Vol. 64, No. 1. – P. 80–85. – DOI: 10.1134/S106377451901019X. (WoS, Q2).

РИНЦ:

1. Дешабо В.А., Косов В.И., Юдин Д.И., Юдин И.К. Температурные зависимости мощности излучения полупроводниковых лазерных диодов и программно-аппаратные способы стабилизации их мощности // Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ: Сб. тр. V Междунар. науч.-техн. конф. / г. Санкт-Петербург (23 –24 мая 2019 г.). – СПб.: Университет ИТМО, 2019. – С. 212–216. <http://tfi.ifmo.ru/upload/files/78498d9de4dad77a0048835924e37a91.pdf>.

2. Куликов В.Д., Беляков М.Ю. Исследование поведения объема жидкой фазы бинарной смеси в окрестности критической точки жидкость–газ в рамках флуктуационной теории // Актуальные проблемы нефти и газа. – М.: ИПНГ РАН, 2019. – Вып. 1(24). – 14 с. – <http://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-24.art12>.

3. Шарипов А.Ф. Куликов В.Д. Изучение аномалий изотермической сжимаемости в околокритической области УВ-смесей на PVT-установке // Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ: Сб. тр. V Междунар. научн.-техн. конф. / г. Санкт-Петербург (23–24 мая 2019 г.). – СПб.: Университет ИТМО, 2019. – С. 222–232.

4. Беляков М.Ю., Куликов В.Д., Шарипов А.Ф. Уравнение состояния околокритической углеводородной смеси // Актуальные проблемы нефти и газа. – М.: ИПНГ РАН, 2019. – Вып. 4 (27). – 15 с. – <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art3>.

5. Муратов А.Р. Определение состава смеси по данным разгонки // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 4(27). – 8 с. – <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art1>.

6. Дешабо В.А., Кияченко Ю.Ф., Косов В.И., Поднек В.Э., Юдин Д.И., Юдин И.К. Анализ дисперсных свойств тяжелых фракций углеводородного сырья методом динамического рассеяния света. // Научно-технический сборник Вести газовой науки. – 2019. – № 1 (38). – С. 172–183. – <http://oilgasjournal.ru>.

7. Иванова Д.Д., Киенская К.И., Курьяков В.Н. Изучение зависимости дзета-потенциала от pH системы для дисперсий индивидуальных n-алканов C₂₃H₄₈ и C₂₈H₅₈ // Успехи в химии и химической технологии. – 2019. – Т. 33, № 3(213). – С. 56–58.

8. Иванова Д.Д., Курьяков В.Н. Исследование влияния додецилсульфата натрия (SDS) на температуру плавления и кристаллизации n-октакозана (C₂₈H₅₈) // Актуальные проблемы нефти и газа. – М.: ИПНГ РАН, 2019. – Вып. 4(27). – 10 с. – <http://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art4>.

9. Максимов В.М. Теоретические и экспериментальные методы идентификации групп симметрии (типа анизотропии) фильтрационных свойств в низкопроницаемых средах // Актуальные проблемы нефти и газа. – М.: ИПНГ РАН, 2019. – Вып. 3(26). – 12 с. – <http://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-26.art3>.

10. Максимов В.М. Новые результаты в современной подземной гидромеханике // Фундаментальные проблемы теоретической и прикладной механики: Сб. тр. XII Всеросс. съезда / г. Уфа, (19–24 августа 2019 г.). – Уфа: РИЦ БашГУ, 2019. – Секция 2, подсекция 6. – С. 67–69.

11. Свалов А.М. Эффект поршневания ствола скважины при работе штанговых глубинных насосов // Технологии нефти и газа. – 2019. – № 1. – С. 38–41. – <http://doi.org/10.32935/1815-2600-2019-120-1-38-41>.

12. Свалов А.М. Исследование эффективности обработки призабойных зон скважин гидрофобизирующими составами // Технологии нефти и газа. – 2019. – № 4. – С. 39–42. – <http://doi.org/10.32935/1815-2600-2019-123-4-39-42>.
13. Свалов А.М. Условия эффективного применения технологий ударно-волнового воздействия на продуктивные пласты // Технологии нефти и газа. – 2019. – № 5. – С. 53–57. – <http://doi.org/10.32935/1815-2600-2019-124-5-53-57>.
14. Михайлов Н.Н., Бондаренко А.В., Ковалевский А.И., Ли Кай. Влияние структуры порового пространства пород-коллекторов на эффективность реализации технологии полимерного заводнения // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – М.: ВНИИОЭНГ, 2019. – № 4 – С. 35–40. – [https://doi.org/10.30713/2413-5011-2019-4\(328\)-35-40](https://doi.org/10.30713/2413-5011-2019-4(328)-35-40).
15. Михайлов Н.Н., Ермилов О.М., Сечина Л.С. Особенности адсорбционно-связанной нефти газоконденсатных месторождений // Актуальные проблемы нефти и газа. – М.: ИПНГ РАН, 2019. – Вып. 2(25). – 11 с. – <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-25.art2>.
16. Глотов А.В., Михайлов Н.Н., Молоков П.Б., Парначев С.В., Штырляева А.А. Оценка влияния теплового воздействия на структуру порового пространства при определении емкостных свойств пород баженовской свиты с использованием синхронного термического анализа // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, научно-технический журнал. – М.: ВНИИОЭНГ, 2019. – № 1. – С. 37–44. – <https://doi.org/10.30713/2413-5011-2019-1-37-44>.
17. Лесин В.И. Математическая модель вязкости тяжелой нефти, содержащей примеси коллоидных наночастиц оксидов металла // Нефтегазовое дело. – 2019. – № 2. – С. 199–206. – <https://doi.org/10.17122/ogbus-2019-2-199-216>.
18. Лесин В.И., Лесин С.В. Использование примесей коллоидных частиц оксидов железа для предобработки нефти электромагнитными полями с целью повышения выхода светлых фракций // Нефть. Газ. Новации. – 2019. – № 8. – С. 34–39.
19. Лесин В.И., Лесин С.В. Влияние колебаний давления на вязкость нефти, содержащей коллоидные частицы // Актуальные проблемы нефти и газа. – М.: ИПНГ РАН, 2019. – Вып. 1 (24). – 12 с. – <http://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-24.art11>.
20. Лесин В.И., Оськин Н.И., Харисов Р.Д., Селезнев А.Ю., Немчинов С.Т. Расшивка узких мест нефтепереработки // Нефть. Газ. Новации. – 2019. – № 8. – С. 20–31.

21. Лесин С.В., Лесин В.И., Применение физических полей для переработки нефтяных шламов. // Нефть. Газ. Новации. 2019. – № 8. – С. 63–65.
22. Лесин В.И., Лесин С.В. Анализ способов снижения вязкости неньютоновской нефти на основе фрактальной теории // Нефтегазовое дело. – 2019. – № 6. – С. 212–237.
23. Гусейнов Ч.С., Хазеев В.Б. Выбор формы корпуса подводной платформы // Бурение и Нефть. 2019. – № 5. – С. 16–20.
24. Блох С.С., Кульпин Д.Л., Ефимова Г.Х. Опыт негативной разработки многопластового нефтегазоконденсатного Песчаноозерского месторождения на о. Колгуев в Баренцевом море // Территория «НЕФТЕГАЗ». – 2019. – № 10. – С. 60–69.
25. Кульпин Д.Л., Гусейнов Ч.С., Ефимова Г.Х. Мурманское газовое месторождение как полигон для отработки перспективных технологий // Газовая промышленность. – № 9. – С. 98–102.
26. Блох С.С., Кульпин Д.Л., Ефимова Г.Х. Проблемы разработки Песчаноозерского нефтегазоконденсатного месторождения на о. Колгуев в Баренцевом море // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Сб. докладов XVII Геологический съезд Республики Коми / г. Сыктывкар (16-18 апреля 2019 г.). – Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2019. – Т. III. – С. 9–12.
27. Кульпин Д.Л., Гусейнов Ч.С., Блох С.С. К вопросу об освоении Мурманского газового месторождения // Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. – 2019, вып. 2. – С. 45–48.
28. Гусейнов Ч.С., Кульпин Д.Л., Ефимова Г.Х. О необходимости создания подводного нефтегазопромыслового флота для освоения нефтегазовых месторождений на длительно замерзающих глубоководных арктических акваториях // Вестник Астраханского Государственного технического университета. Серия: Морская техника и технологии. – 2019. – № 3 (август). – С. 34–40.
29. Попов С.Н., Сметанников О.Ю. Разработка численной модели околоскважинной зоны трещиноватого карбонатного коллектора, учитывающей изменение проницаемости систем трещин под воздействием механико-химических эффектов при нагнетании воды и изменяющихся эффективных напряжений // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2019. – № 4. – С. 46–51. – [http://doi.org/10.30713/2413-5011-2019-4\(328\)-46-51](http://doi.org/10.30713/2413-5011-2019-4(328)-46-51).
30. Попов С.Н. Разработка 3D геомеханической модели участка ачимовских отложений одного из месторождений Крайнего Севера //

Актуальные проблемы нефти и газа. – М.: ИПНГ РАН, 2019. – № 2(25). – 16 с. – <http://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-25.art3>.

31. Попов С.Н. Совместное геомеханическое и гидродинамическое моделирование участка ачимовских отложений одного из месторождений Крайнего Севера с учетом вариаций фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов от изменения эффективных напряжений // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – № 2(25). – 14 с. – <http://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-25.art4>.

32. Коробов И.Ю., Попов С.Н. Типы цементов, используемых при строительстве нефтяных и газовых скважин и вариации их физико-механических свойств при экспериментальных исследованиях // Нефтепромысловое дело. – 2019. – № 7. – С. 48–56. – [https://doi.org/10.30713/0207-2351-2019-7\(607\)-48-56](https://doi.org/10.30713/0207-2351-2019-7(607)-48-56).

33. Попов С.Н., Коробов И.Ю. Эксперименты, связанные с изменением упругих и прочностных свойств цементного камня для строительства скважин в процессе его твердения и под воздействием глинокислотного реагента // Бурение и нефть. – 2019. – № 9. – С. 34–40.

Перечень тезисов, опубликованных по результатам проведенных исследований в 2019 г. в соответствии с государственным заданием:

1. Попов С.Н., Кусайко А.С. Закономерности изменения упругих и прочностных свойств пород-коллекторов при фильтрации низкоминерализованной воды с высокой температурой // Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах: тезисы 5-й Междунар. науч. конф. - школы молодых ученых, Москва, 23-25 октября, 2019 г. – М.: ИПМех РАН.

2. Коробов И.Ю., Попов С.Н. Лабораторные исследования влияния времени твердения и воздействия глинокислотного реагента на упруго-прочностные свойства цементного камня // Актуальные проблемы нефти и газа: материалы 3-й Всерос. молодежной конференции, Москва, 6-8 ноября, 2019 г. – М.: ИПНГ РАН.

3. Lesin V. I., Eremin N.A. Applying of colloidal particles of metal oxides to increase the oil recovery factor // Computational Methods in Offshore Technology and Oil and Gas Technology: COTech@OGTech Conference, Норвегия, Ставангер, Ноябрь 27 - 29, 2019 г.

4. Максимов В.М. Новые результаты в современной подземной гидромеханике // XII Всерос. съезда по фундам. проблемам теоретич. и прикл. механики: тезисы докл. съезда, Уфа, 19-24 августа 2019 г. – С. 67–69.

5. Максимов В.М. Обобщенный закон многофазной фильтрации и новые эффекты поверхностных явлений при двухфазных течениях в пористой среде // Теплофизика и физическая гидродинамика: тезисы IV Всероссийской научной конференции, Ялта, 15-22 сентября 2019 г.

6. Блох С.С., Кульпин Д.Л., Ефимова Г.Х. Проблемы разработки Песчаноозерского нефтегазоконденсатного месторождения на о. Колгуев в Баренцевом море // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Сб. докладов XVII Геологического съезда Республики Коми, Сыктывкар, 16-18 апреля 2019 г. – Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2019. – Т. III. – С. 9–12.

7. Иванова Д.Д., Курьяков В.Н. Исследование влияния поверхностно-активных веществ на фазовые переходы н-алканов в эмульсии // Актуальные проблемы нефти и газа: Материалы 3-й Всерос. молодежной науч. конф., Москва, 6-8 ноября 2019 г. – М: ИПНГ РАН. – С. 34.

8. Иванова Д.Д., Курьяков В.Н., Муратов А.Р. Исследование фазовых переходов парафинов и индивидуальных н-алканов в нефти оптическими методами // Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа: Материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвященная 50-летию основания Института химии нефти, Томск, 1 – 3 октября 2019 г. – Томск: ТГУ, 2019. – С. 732. – <http://doi.org/10.17223/9785946218412/498>.

9. Курьяков В.Н., Юдин И.К., Дешабо В.А., Косов В.И., Юдин Д.И. Специальные возможности метода динамического рассеяния света. Измерение вязкости. Измерения в непрозрачных образцах // X ежегодной конф. Нанотехнологического общества России: Сб. тезисов конф., Москва, 26-28 марта 2019 г. / отв. ред. Андреюк Д.С. – М.: Общероссийская общественная организация «Нанотехнологическое общество России». – С. 56–57.

10. Курьяков В.Н., Иванова Д.Д. Оптический метод определения температур фазовых переходов индивидуальных н-алканов и их смесей // Новые материалы и перспективные технологии: Сб. тезисов докладов Пятого междунар. междисциплинарного науч. Форума, Москва, 30 октября – 1 ноября 2019 г. – М.: Буки Веди, 2019. – Т. 1. – С. 360.

11. Седенков П.Н., Курьяков В.Н., Сафонов А.В. Применение метода анализа траекторий частиц для исследований биологических объектов // Новые материалы и перспективные технологии: Сб. тезисов докладов Пятого междунар. междисциплинарного науч. Форума, Москва, 30 октября – 1 ноября 2019 г. – М.: Буки Веди, 2019. – Т. 1. – С. 405.

12. Иванова Д.Д., Курьяков В.Н. Изучение зависимости дзета-потенциала от pH системы для дисперсии индивидуального парафина C₂₃H₄₈ // XXI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии: Сб. тезисов

докладов съезда, С.-Петербург, 9-13 сентября 2019 г. : в шести томах. – СПб., 2019. – Т. 6. – С. 236.

13. Иванова Д.Д., Курьяков В.Н. Парафиновые эмульсии – перспективные теплоносители повышенной эффективности (материалы фазового перехода) // XXI Менделеевского съезда по общей и прикладной химии: Сб. тезисов докладов съезда, С.-Петербург, 9-13 сентября 2019 г. : в шести томах. – СПб., 2019. – Т. 6. – С. 237.

14. Курьяков В.Н., Pier Giorgio De Sanctis Lucentini, Иванова Д.Д. Light Scattering Detection of Phase Transitions in Paraffin Wax Nanoemulsions // 5th Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry (CEEC-TAC5) and 14th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis (Medicta 2019): Сб. тезисов докладов, Roma, Italy, 27-30 August 2019 г. – Publising House: Academica Greifswald, Germany. – С. 429.

15. Курьяков В.Н., Pier Giorgio De SanctisLucentini, Иванова Д.Д. Phase Transition Determinations in n-Alkane Paraffin Wax via Light Scattering Data Analysis Techniques // 5th Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry (CEEC-TAC5) and 14th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis (Medicta 2019): Сб. тезисов докладов, Roma, Italy, 27-30 August 2019 г. – Publising House: Academica Greifswald, Germany. – С. 430.

16. Kuryakov V.N., De SanctisLucentini P.G., Kosov V.I., Ivanova D.D. Study of Phase Transitions of Pure n-Alkanes in Oil Nanodroplets // 20th International Conference on Petroleum Phase Behavior & Fouling: Сб. тезисов докладов конф., Канадзава, Япония, 2-6 июня 2019 г. – Petro Phase, 2019. – С. 130.

17. Kuryakov V.N., De Sanctis Lucentini P.G., Dechabo V.A., Ivanova D.D. Study of Phase Transitions of Pure n-Alkanes in Oil Nanodroplets // 20th International Conference on Petroleum Phase Behavior & Fouling: Сб. тезисов докладов конф., Канадзава, Япония, 2-6 июня 2019 г. – Petro Phase, 2019. – С. 131.

18. Курьяков В.Н. Современные оптические методы в исследованиях нефтяных систем // Нефтяная столица: Сб. тезисов докладов второго Междунар. молодежного науч.-практ. форума, Ханты-Мансийск, 21-22 февраля 2019 г.

19. Куликов В.Д., Шарипов А.Ф. Изучение аномалий изотермической сжимаемости в околокритической области УВ-смесей на PVT-установке // Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ: Сб. трудов V Междунар. науч. техн. конф., С.-Петербург, 23-24 мая 2019 г. – СПб.: ИТМО, 2019. – С. 222. – <http://tfi.ifmo.ru/content/isdania>.

20. Дешабо В.А., Косов В.И, Юдин И.К., Юдин Д.И. Температурные зависимости мощности излучения полупроводниковых лазерных диодов и программно-аппаратные способы стабилизации их мощности // Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ: Сб. трудов V Междунар. науч. техн. конф., С.-Петербург, 23-24 мая 2019 г. – СПб.: ИТМО, 2019. – С. 212 – <http://tfi.ifmo.ru/content/isdania>.

21. Voronov V.P., Podnek V.E., Anisimov M. A. Revisiting the heat-capacity anomaly in supercooled water by high-resolution adiabatic calorimetry: Book of abstracts of the Roma Tre Congress on Water under Extreme Conditions, Rome, Italy, 12-14 June 2019. – P. 87–88.

https://drive.google.com/file/d/1qJ_HAGH6egrulHuC058SjGFm2ekCzSK-/view.

22. Voronov V.P., Podnek V.E., Anisimov M.A. Revisiting the heat-capacity anomaly in supercooled water by high-resolution adiabatic calorimetry: Book of abstracts of the XXII International Conference on Chemical Thermodynamics in Russia, June 19-23, 2019, Saint Petersburg, Russia. – P. 321. https://events.spbu.ru/eventsContent/events/2019/RCCT/RCCT2019_book_of_abstracts.pdf.

**Выполнение НИР по госзаданию на период 2019 - 2021 гг.
по направлениям исследований в рамках
Программы фундаментальных научных исследований
государственных академий наук на 2013 – 2020 годы**

Тема 5. Название научной работы: «Рациональное природопользование и эффективное освоение нефтегазовых ресурсов арктической и субарктической зон Земли».

Рег. № НИОКТР: АААА-А19-119021590079-6

Раздел IX: «Науки о Земле». ПФНИ № 131. Геология месторождений углеводородного сырья, фундаментальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа, научные основы формирования сырьевой базы традиционных и нетрадиционных источников углеводородного сырья.

Раздел IX: «Науки о Земле». ПФНИ № 136. Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы, включая экстремальные изменения космической погоды: проблемы прогноза и снижения уровня негативных последствий.

Раздел IX: «Науки о Земле». ПФНИ № 138. Научные основы разработки методов, технологий и средств исследования поверхности и недр Земли, атмосферы, включая ионосферу и магнитосферу Земли, гидросферы и криосферы; численное моделирование и геоинформатика (инфраструктура пространственных данных и ГИСТехнологии).

Научный руководитель темы – зам. директора ИПНГ РАН по научной работе, чл.-корр. РАН, д.т.н. Богоявленский В.И.

Основные результаты проведённых исследований в 2019 г.

НИР в целом выполнена на уровне современных мировых достижений, а полученные результаты абсолютно оригинальны, поскольку на примере полуострова Ямал впервые обосновывают специфику изменений в криолитоосфере Земли при субвертикальной миграции углеводородов, включая вулканический генезис мощных извержений газа, и широкие масштабы дегазации Земли на суше и акваториях Арктики. По итогам НИР на основе комплексной интерпретации данных ДЗЗ и результатов полевых работ впервые построены не имеющие аналогов картографические схемы распространения 7185 многолетних бугров пучения и 415 термокарстовых озер с кратерами выбросов газа на дне, на основе чего впервые создана

картографическая схема риска выбросов газа на суше и водоемах полуострова Ямал. Впервые для территории Крайнего Севера разработана методика радиометрической коррекции космоснимков в тепловом (инфракрасном) диапазоне длин волн, повышающая эффективность и достоверность выявления изменений тундровых ландшафтов и эмиссии метана в криолитосфере, связанных с природными и антропогенными факторами. Результаты НИР позволяют снизить риски возникновения аварийных и катастрофических ситуаций на объектах нефтегазового комплекса в арктических и субарктических зонах.

Рекомендации по конкретному практическому использованию результатов НИР по 2019 году и НИР в целом

Результаты исследований 2019 г. и НИР в целом могут быть использованы: для характеристики состояния и динамики геокриологических и геоэкологических условий арктических и субарктических территорий суши и акваторий прилегающих морей; в инженерно-геокриологических изысканиях при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов нефтегазового комплекса; в системах экологического, геоэкологического и геотехнического мониторинга для выявления и прогнозирования развития опасных геокриологических и газодинамических процессов. С учетом доказательства существования вулканических механизмов газодинамических процессов в арктических и субарктических зонах требуется внесение корректив в ГОСТы и СНиПы нефтегазовой отрасли для последующего учета при сооружении объектов нефтегазового комплекса.

Практическая значимость результатов работы по теме заключается в том, что они представляют большой интерес для организации геоэкологического мониторинга состояния территорий активного недропользования в АЗРФ ПАО “Газпром”, ПАО “НОВАТЭК”, ПАО “НК “Роснефть” и других отечественных нефтегазовых компаний, а также ГК “Роскосмос”, МЧС России и НП “Российский центр освоения Арктики” (г. Салехард, ЯНАО). Результаты НИР позволяют снизить риски возникновения аварийных и катастрофических ситуаций на объектах нефтегазового комплекса в арктических и субарктических зонах.

Отдельные результаты фундаментальных исследований по теме (обоснование процессов заколонных перетоков и формирования природно-техногенных залежей в ВЧР) использованы при подготовке с представителями ПАО “Газпром” патента RU 2691630 С1 “Способ сейсмического мониторинга образования техногенных залежей углеводородов при разведке и разработке

месторождений на акваториях” (авторы Богоявленский В.И, Арабский А.К., Арно О.Б., Меркулов А.В., и др., см. ниже, опубл. 17.06.19). Предложенная технология мониторинга газодинамических процессов в реальном времени планируется для реализации на добывающем комплексе Каменномысское-море в акватории Обской губы Карского моря.

Полученные материалы, выводы и рекомендации использованы в коллективном монографическом сборнике “О состоянии и проблемах законодательного обеспечения реализации стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. О состоянии и проблемах законодательного обеспечения научной деятельности Российской Федерации в Антарктике”. Ежегодный доклад. Авторы: Богоявленский В.И. и др. Совет по Арктике и Антарктике при Совете Федерации ФС РФ. М.: Изд. Управления делами Аппарата Совета Федерации ФС РФ, 2019. – 522 с. Они вошли в разделы: 11.3 – Технологические, технические и экологические проблемы отечественной нефтегазовой отрасли и 11.5 - Стратегия развития нефтегазовой отрасли.

Результаты НИР вошли в коллективную монографию “Глобальные тенденции освоения энергетических ресурсов Российской Арктики. Часть II. Мониторинг освоения арктических энергетических ресурсов”. Авторы: С.А.Агарков, В.Ф.Богачев, В.И.Богоявленский и др. Под науч. ред. Агаркова С.А., Богоявленского В.И., Козьменко С.Ю., Маслобоева В.А., Ульченко М.В. - Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2019. – 177 с. (глава 5 – Глобальные тренды освоения ресурсов углеводородов Арктики).

Перечень статей, опубликованных по результатам проведённых исследований в 2019 г. в соответствии с государственным заданием:

1. Богоявленский В.И., Богоявленский И.В. Дегазация Земли. Формирование залежей углеводородов в верхней части разреза и кратеров выбросов газа. // Neftegaz.RU, 2019, №1, с.48-55.
2. Богоявленский В.И., Богоявленский И.В. Основные результаты и перспективы освоения ресурсов нефти и газа Арктики // Труды Вольного экономического общества России, 2019, т.216, с.54-82.
3. Богоявленский В.И., Богоявленский И.В. Арктика и Мировой океан: глобальные и российские тренды развития нефтегазовой отрасли. // Аналитические материалы МАЭФ. Труды Вольного экономического общества России, 2019, т.218, с.152-179.
4. Богоявленский В.И., Сизов О.С., Богоявленский И.В., Никонов Р.А., Каргина Т.Н. Дегазация Земли в Арктике: комплексные исследования

распространения бугров пучения и термокарстовых озер с кратерами выбросов газа на полуострове Ямал. // Арктика: экология и экономика, 2019, №4(36), с.52-68.

5. Мордасова А.В., Ступакова А.В., Суслowa А.А., Ершова Д.К., Сидоренко Св.А. Условия формирования и прогноз природных резервуаров в клиноформном комплексе нижнего мела Баренцево-Карского шельфа. // Георесурсы, 2019, Т. 21, № 2, с. 63-79 (Web of Science, Scopus), DOI: 10.18599/grs.2019.2.4-12.

6. Хренов Н.Н. Предложения к температурному режиму транспорта газа по холодным газопроводам. (Принята к публикации в журнал «Актуальные проблемы нефти и газа» в 2019 г.).

7. Корниенко С.Г. Картографирование теплофизических неоднородностей тундровых ландшафтов по данным космической съемки (на примере полуострова Ямал) (Отправлена в журнал «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»).

8. Корниенко С.Г. Коррекция тепловых изображений спутников Landsat при изучении трансформаций тундровых ландшафтов: на примере района Уренгойского НГКМ (Отправлена в журнал «Актуальные проблемы нефти и газа»).

9. Дзюбло А.Д., Воронова В.В., Перекрестов В.Е. Исследование приповерхностного газа шельфа о. Сахалин и минимизация рисков при строительстве морских скважин // Вести газовой науки, 2019, № 4, стр. 4-17.

10. Дзюбло А.Д., Сторожева А.Е., Зонн М.С., Агаджанянц И.Г. Ресурсы углеводородов дальневосточного шельфа и результаты их освоения, Вести газовой науки, 2019, № 2, стр. 3-16.

11. Богоявленский В.И., Богоявленский И.В. Аварийные и катастрофические выбросы газа при освоении ресурсов углеводородов в арктических зонах США и Канады, Бурение и нефть, 2019, №12, с.3-8.

12. Богоявленский В.И., Богоявленский И.В. Сотрудничество России и Китая в нефтегазовой сфере, Изд. ВЭО России, 2019, т.220, принята в печать.

Перечень тезисов, опубликованных по результатам проведенных исследований в 2019 г. в соответствии с государственным заданием:

1. Bogoyavlensky V.I. Kazanin G.S., Kishankov A.V. Gas saturation of shallow deposits of the Arctic and Subarctic seas // Marine Technologies,

Gelendzhik, EAGE, 2019. – p. 124-130 DOI: 10.3997/2214-4609.201901808 (Scopus).

2. Bogoyavlensky V.I., Kerimov V.Yu., Serikova U. et al. Dangerous gas objects in the waters of the World Ocean: the Sea of Okhotsk // Marine Technologies, Gelendzhik, EAGE, 2019. - p. 26-30 10.3997/2214-4609.201901795 (Scopus).

3. Bogoyavlensky V.I., Kishankov A.V., Yanchevskaya A.S., Bogoyavlensky I.V. Gas Hydrates Potential of the Arctic, Northern Atlantic and Pacific Oceans. EAGE, Geomodel 2019, Gelendzhik, 2019. - 5 p. DOI: 10.3997/2214-4609.201950115 (Scopus).

4. Bogoyavlensky V.I., Kishankov A.V., Yanchevskaya A.S., Bogoyavlensky I.V. Gas Hydrates Potential of the Arctic and Caspian offshore // III International Conference “Geology of the Caspian Sea and adjacent areas” EAGE, Baku, Azerbaijan. DOI: 10.3997/2214-4609.201952029 (Scopus).

5. Кишанков А.В. Перспективы газоносности верхней части разреза северо-западного сектора акватории Берингова моря на основе интерпретации сейсмических данных // Геология на окраине континента: I молодежная научная конференция-школа, приуроченная к 60-летию юбилею ДВГИ ДВО РАН, Владивосток, 2019 г.

Перечень опубликованных монографий:

1. Глобальные тенденции освоения энергетических ресурсов Российской Арктики. Часть II. Мониторинг освоения арктических энергетических ресурсов. Авторы: С.А. Агарков, В.Ф. Богачев, В.И. Богоявленский, И.В. Богоявленский и др. Под науч. ред. Агаркова С.А., Богоявленского В.И., Козьменко С.Ю., Маслобоева В.А., Ульченко М.В. - Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2019. – 177 с. 978-5-91137-398-6 (тираж 500 экз.).

**Выполнение НИР по госзаданию на период 2019 - 2021 гг.
по направлениям исследований в рамках
Программы фундаментальных научных исследований
государственных академий наук на 2013 – 2020 годы**

Тема 5. Название научной работы: «Фундаментальный базис инновационных технологий нефтяной и газовой промышленности (фундаментальные, поисковые и прикладные исследования)».

Рег. № НИОКТР: АААА-А19-119013190038-2

Раздел IX: «Науки о Земле». ПФНИ № 131. Геология месторождений углеводородного сырья, фундаментальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа, научные основы формирования сырьевой базы традиционных и нетрадиционных источников углеводородного сырья.

Раздел IX: «Науки о Земле». ПФНИ № 132. Комплексное освоение и сохранение недр Земли, инновационные процессы разработки месторождений полезных ископаемых и глубокой переработки минерального сырья.

Научный руководитель темы – научный руководитель ИПНГ РАН,
академик РАН, д.г.-м.н. Дмитриевский А.Н.

Книга 1

Основные результаты проведённых исследований в 2019 г.

1. На основе анализа результатов цифровизации технологий добычи газа в ПАО «ГАЗПРОМ» показано, что затраты по цифровизации газового промысла при извлечении остаточных запасов составляют не более \$1-2 на 1000 куб. газа, при этом коренным образом (в десятки раз) меняются объемы оперативной и расчетной оперативной информации по уровням управления предприятия. При этом решаются задачи повышения технологической и экологической безопасности при эксплуатации месторождения за счет: непрерывного расчета рисков и анализа технологической и экологической безопасности, снижения вероятности опасных отклонений путем автоматизации процессов управления; передачи части компетенций на уровень роботизированных систем, что снижает влияние человеческого фактора и компетенций персонала и предусматривает ситуационное управление на основе моделей развития.

2. Показано, что эффективность применения принципов «цифрового» месторождения на газовых объектах, что обеспечивает увеличение извлекаемых запасов газа до 7%, уменьшение времени простоев скважин порядка 50 % от начального уровня и сокращение операционных затрат не менее 10-25 %.

3. Обоснованы ключевые рекомендации для цифровой модернизации нефтегазового производства:

- внедрение технологии блокчейн для сокращения финансовых транзакций между партнерами на мировом рынке нефти и газа;

- формирование баз больших геоданных на основе действующих протоколов передачи данных для увеличения производительности и качества управления нефтегазодобычей в режиме реального времени. Наиболее интересное решение – это нефтегазовые протоколы открытого консорциума Energetics по бурению – WITSML, добыче – PRODML и моделированию месторождений – RESQML, встроенных в общую техническую архитектуру (common technical architecture – CTA). Создание хранилищ для «сырых» больших геоданных режима реального времени;

- создание цифровой нефтегазовой платформы для быстрого обмена и контроля информации;

- применение технологического комплаенса, а именно – бенчмаркинга лучших нефтегазовых практик по основным технико-экономическим критериям, для повышения конкурентоспособности компании на мировом нефтегазовом рынке как с российскими, так и зарубежными нефтегазовыми компаниями (запасы нефти и газа, добыча нефти и газа, производительность труда, рентабельность, эффективность инвестиционной и инновационной стратегий, устойчивость, чистый дисконтированный доход и другие параметры);

- повышение эффективности документооборота и коэффициента его использования в управлении режимом реального времени, в том числе за счет роботизации с текущих 10-15 до 50% к 2025 году;

- использование квантовых коммуникационных устройств в системах защищенной связи с морскими добычными платформами в арктических условиях; квантовые коммуникации служат задачам обеспечения безопасности систем управления месторождениями нефти и газа в режиме реального времени.

4. Обоснованы принципы построения интеллектуальных технологий моделирования расчета экономических показателей для оценки эффективности разработки месторождений нефти и газа.

5. Разработана методика оценки показателей технико-экономической эффективности инвестиционных проектов разработки нефтегазовых месторождений с учетом их риска на основе теории нечетких множеств. Основным ее преимуществом является возможность гибко учитывать предпочтения экспертов и текущую оценку технико-экономических показателей.

6. Проведенный анализ внешних и внутренних условий реализации инновационного потенциала развития НГК России позволил сделать следующие выводы:

а) Изменения энергетической ситуации в мире происходят постоянно, но определяющее влияние на неё оказывают те факторы, которые имеют долговременное влияние и принципиально меняют наши представления об энергетике предстоящих десятилетий. Сейчас это:

- реакция на глобальное изменение климата и связанная с ней необходимость перехода к малоуглеродной или безуглеродной энергетике, необходимость её устойчивого развития и нового прочтения проблемы энергетической безопасности;

- глобализация мировой экономики, которая на развитие мировой энергетики оказывает как непосредственное, так и косвенное влияние, охватывая не только энергетические рынки и энергетические ресурсы, но и весь спектр направлений и форм деятельности, связанных с энергетикой;

- технологический фактор, который выступает определяющим фактором грядущих изменений глобальной экономики и мирового энергобаланса.

б) Особенности будущей глобальной экономики и структуру её энергобаланса будут определять доступность и эффективность технологий, обеспечивающих разработку традиционных и нетрадиционных ресурсов нефти и газа, использование ВИЭ, рост энергоэффективности, формирование мало энергоёмкой инновационной экономики, основанной на нано-, био-, информационных, когнитивных и др. подобных технологиях.

в) Для понимания роли того или иного вида топлива и энергии в формировании перспективного глобального энергобаланса необходим тщательный анализ возможностей каждого из них, — и в части ресурсной (объёмной) достаточности, и по экономическим (прежде всего, стоимостным) показателям, и в экологическом плане.

г) Технологический фактор является определяющим и для развития нефтегазовой отрасли. В этом плане добыча углеводородов – проблема, прежде всего технологическая, а не ресурсная. Поэтому страны, владеющие новейшими технологиями, вкладывающие значительные ресурсы в их

развитие и совершенствование, уже в ближайшее десятилетие будут определять мировой энергетический ландшафт.

д) Материалы и прогнозы МЭА и других прогностических центров свидетельствуют, что грамотное использование потенциала технологического развития обеспечивает перевод огромных ресурсов нетрадиционных углеводородов, представляющих незначительный интерес для разработки, в категорию традиционных запасов, обеспечивая беспрецедентный рывок странам, обладающим ими и соответствующим технологическим потенциалом, в добыче нефти и природного газа.

7. Анализ основных итогов 2018 г. и перспектив развития НГК России на период до 2035 г. в контексте развития всей глобальной энергетики позволяет сформулировать следующие основные выводы:

- мнений, прогнозов и исследований о путях развития глобальной энергетики и её важнейших составляющих много. И, в силу высокой степени неопределённости практически каждого составного элемента, из которых складывается общая картина энергетики будущего, пока ни одно из них отрицать нельзя. Выход из этой ситуации для России и её компаний один: постоянно отслеживать все новые веяния и прогнозы, тщательно их анализировать, в том числе и для того, чтобы разобраться, что стоит за этими прогнозами. И, конечно же, проводить свою гибкую политику, делая упор на необходимости всемерного снижения затрат на свои экспортные проекты.

- будущее российского НГК, конкурентоспособность его продукции на мировом рынке во многом будут зависеть от того, насколько отечественной науке и российским компаниям удастся продвинуться в создании новых, особенно прорывных, революционных технологий по всей «цепочке» от разведки до потребления углеводородов.

- для решения имеющихся проблем и обеспечения перехода российской экономики к ресурсно-инновационному развитию необходимо создать эффективные условия привлечения финансовых ресурсов к реализации инновационных проектов. Это можно сделать через налоговые освобождения и льготные кредиты за счёт включения в себестоимость затрат на инновации с повышающим коэффициентом, вводя льготные условия как для концентрации ресурсов по целевым научно-техническим направлениям и проектам, так и для разработки и освоения комплексных технологий. Это тем более необходимо в условиях, когда серьёзнейшей проблемой современного научно-технического комплекса страны остаётся его систематическое недофинансирование.

8. Проведен теоретический анализ возможности применения полимерно-гелевой системы «Темпоскрин-Плюс» для целей ограничения

выноса песка в добывающих скважинах. Исследованы свойства полимерно-гелевой системы «Темпоскрин-Плюс и условия ее приготовления с целью получения экспериментальных данных для разработки технологии ограничения выноса песка в нефтяных скважинах. Подобран реагент с повышенной термической стабильностью для приготовления полимерно-гелевой системы с целью связывания песка в консолидированный керн. Разработана установка для проведения исследований возможности проведения ПГС на базе реагента «Темпоскрин -Плюс» для ограничения выноса песка. Изучены фильтрационные и прочностные свойства свойства консолидированного керна с применением полимерно-гелевой системы «Темпоскрин-Плюс» и показана принципиальная возможность использования приема сжатия полиэлектролитных гелей для целей ограничения выноса песка из добывающих скважин.

Перечень статей, опубликованных по результатам проведённых исследований в 2019 г. в соответствии с государственным заданием:

Книга 1

1. Мастепанов А.М., Государственная политика Китая по формированию малоуглеродной энергетики // Экологический вестник России. –2019. – №1. – С.32-37 РИНЦ
2. Мастепанов А.М., Государственная политика Китая по формированию малоуглеродной энергетики // Экологический вестник России. – 2019. – №2. – С.24-31 РИНЦ
3. Мастепанов А.М. О новых взглядах Международного энергетического агентства на перспективы развития мировой энергетики //Нефтяное хозяйство. –2019. – № 3. –С.22-26. Scopus
4. Мастепанов А.М. Сценарий устойчивого развития МЭА как путь к малоуглеродной энергетике будущего // Экологический вестник России. – 2019. – №6. – С.12-23 РИНЦ
5. Мастепанов А.М. Влияние западных санкций на развитие энергетики России. Регулирование энергетической политики // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2019. – № 6 (174).– С. 5-24 РИНЦ
6. Мастепанов А.М., Баринов П.С. «Сланцевая» нефть в терминологии, оценках и прогнозах МЭА //Бурение и нефть. – 2019. – № 7-8. –С.26-37 РИНЦ
7. Мастепанов А.М. Энергетический переход как новый вызов мировой нефтегазовой отрасли // Энергетическая политика. – 2019. – № 2. –С.62-69 РИНЦ

8. Мастепанов А.М. ВИЭ и энергоэффективность – мейнстрим развития современной мировой энергетики // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2019. – № 11 (179). – С. 5-6 РИНЦ
9. Мастепанов А.М., Сумин А.М. Правовое регулирование и динамика развития общеевропейского рынка электроэнергии // Энергетическая политика. – 2019. – № 4. – С.52-65 РИНЦ
10. Мастепанов А.М. Проект «БАБОЧКА» — формирование нового мира // Арктические ведомости. – 2019 – № 1(26). – С.58-65 РИНЦ
11. Мастепанов А.М. О некоторых итогах 2018 г. и перспективах развития НГК России. //Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2019. – № 1. – С. 5–7 РИНЦ
12. Мастепанов А.М., Международное энергетическое агентство: новые взгляды на перспективы развития мировой энергетики. //Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. –2019. – № 3 (171). – С. 48-57. РИНЦ
13. Дмитриевский А.Н., Мастепанов А.М., Бушуев В.В., Ресурсно-инновационная стратегия развития экономики России. //Энергетическая политика. – 2019. – С.3 – 10 РИНЦ
14. Мастепанов А.М.. Нефть в перспективном мировом энергетическом балансе: на перепутье мнений и оценок. //Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. –2019. – № 4 (172). – С. 5-8 РИНЦ
15. Мастепанов А.М., Основные тенденции и факторы развития мировой энергетики в 2010-е годы. //Вестник Дипломатической академии МИД России. Россия и мир. – 2019. – № 2(20). – С. 40-64 РИНЦ
16. Мастепанов А.М., Нужна ли России промышленная политика. //Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. –2019. – № 10 (178). – С. 5 –14 РИНЦ
17. Мастепанов А.М., Сумин А.М., "Умные" технологии в российской энергетике: перспективы и вызовы.// Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. –2019. – № 9 (177). – С. 5-13 РИНЦ
18. Мастепанов А.М. , Энергетический переход – к чему готовиться мировому нефтегазу. // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. –2019. – № 10 (178). – С. 5 –14 РИНЦ
19. Богаткина Ю.Г., Степанкина О.А., Применение нечетко-множественного моделирования при оценке риска в нефтегазовых инвестиционных проектах. //Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2019. – №1(546). – С.17–20. РИНЦ
20. Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А., Сарданашвили О.Н., Лындин В.Н., Экономическая оценка разработки Ольховского месторождения с применением различных налоговых моделей в недропользовании. //Проблемы

экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2019. – № 1(169). – С. 14-19 РИНЦ

21. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А., Лындин В.Н., Методика формирования нормативов капитальных вложений в нефтегазовых инвестиционных проектах //Проблемы экономики и управления б нефтегазовым комплексом. – 2019. – № 2(170). – С.25 –32 РИНЦ

22. Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А., Лындин В.Н., Комплексная экономическая оценка месторождений Ненецкого автономного округа.// Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2019. – № 3(171). – С. 15 –20. РИНЦ

23. Богаткина Ю.Г., Методика математической оценки эффективности извлечения запасов нефти. //Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2019. – № 4. – 2019. – С.21-24 РИНЦ

24. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Богаткина Ю.Г., Сарданашвили О.Н., Оценка технико-экономической эффективности инвестиционных проектов разработки нефтегазовых месторождений на основе применения методов нечеткой логики.// Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2019. – № 4 – С. 56 –62 WOS

25. Маркано Гонсалес Амабле Агустин, Басниева И.К., Еремин Н.А., Сарданашвили О.Н., Краус З.Т., О термическом повышении нефтеотдачи при добыче высоковязких нефтей и битумов для месторождений Венесуэлы. [Электронный ресурс]. – 2019. - URL: – http://oilgasjournal.ru/issue_24/marcano_gonzalez.pdf (дата обращения 2019-12-11 РИНЦ

26. Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А., Механизмы экономико-рентабельного инжиниринга нефтегазовых ресурсов.// Экспозиция Нефть Газ. – 2019. – №3(70). – С. 40-45. РИНЦ

27. Еремин Н.А., Богаткина Ю.Г., Лындин В.Н. Основные принципы методологии комплексной оценки запасов углеводородов в нефтегазовых инвестиционных проектах // Нефтяная провинция . – 2019. –№ 1(17). – С. 31-50 РИНЦ

28. Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А., Сарданашвили О.Н., Обоснование технико-экономической эффективности инвестиционных проектов разработки нефтегазовых месторождений на примере гипотетического месторождения. [Электронный ресурс]. – 2019. - URL: – http://oilgasjournal.ru/issue_25/bogatkina-eremin.pdf (дата обращения 2019-12-11) РИНЦ

29. Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А., Интеллектуальные технологии моделирования расчета экономических показателей для оценки

- месторождений нефти и газа.// Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2019. – № 3. – С. 344- 355. WOS
30. Еремин Н.А., Некрасов Н.О., Золотухин А.Б., Нефтегазовая экосистема машинного обучения – гуманитарные аспекты./ В сборнике: Глобальные риски цифровой эпохи и образы будущего //Материалы IV Международной научной конференции "Гуманитарные Губкинские чтения".– М., Изд-во РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2019. – С. 64-83. РИНЦ
31. Еремин Н.А., Королев М.А., Степанян А.А., Столяров В.Е., Особенности цифровой трансформации активов при реализации инвестиционных нефтегазовых проектов.// Газовая промышленность. – 2019. – № 4 (783). – С. 108-119 РИНЦ
32. Столяров В.Е., Еремин Н.А., Эволюция систем управления транспортом газа. //Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2019. – № 4 (549). – С. 5-14. РИНЦ
33. Еремин Н.А., Столяров В.Е., Применение беспроводных решений и технологий в нефтегазовой добыче.// Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2019. – № 7. – С. 60-69. РИНЦ
34. Dmitrievsky A.N., Eremin N.A., Stolyarov V.E., On the Issue of the Application of Wireless Decisions and Technologies in the Digital Oil and Gas Production. [Электронный ресурс]. – 2019. - URL: – http://oilgasjournal.ru/issue_25/dmitrievsky-eremin.pdf (дата обращения 2019-12-1. РИНЦ
35. Еремин Н.А., Столяров В.Е., Газовая скважина как ключевой объект цифрового месторождения. // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2019. – № 9 (554). – С. 5-14. РИНЦ
36. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Столяров В.Е., К вопросу цифровизации процессов газодобычи. // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2019. – № 2. – С. 136-152. WOS
37. Еремин Н.А., Королев М.А., Степанян А.А., Столяров В.Е. Особенности цифровой трансформации активов при реализации инвестиционных нефтегазовых проектов // Газовая промышленность. — 2019. — Т. 783. — № 4. — С. 108-119. РИНЦ
38. Еремин Н.А., Мельников И.В., Бобриков Н.М., Столяров В.Е., Когай А.А., Щеголев Д.П. Применение комплексных алгоритмов управления газодобычей как элементов цифрового двойника технологического комплекса Бованенковского НГКМ // Газовая промышленность. — 2019. — Т. 785., № 6. — С. 42-49. РИНЦ
39. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Шабалин Н.А. Нефтегазоносные комплексы осадочного чехла Арктической зоны Сибирской платформы

- (краевых зон севера Сибирской платформы?) // SPE Russian Petroleum Technology Conference, 22-24 October, Moscow, Russia. 2019. Society of Petroleum Engineers. pp.1-15. - URL: – <https://doi.org/10.2118/196946-RU> Scopus (дата обращения 2019-12-11)
40. Еремин Н.А., Хуснутдинов Л.А., Юсипов Р.Х. Бесконтактные системы мониторинга морских добывающих платформ // SPE Russian Petroleum Technology Conference, 22-24 October, Moscow, Russia. 2019. Society of Petroleum Engineers. pp.1-9. 10.2118/196952-RU - URL: – <https://doi.org/10.2118/196952> (дата обращения 2019-12-11) Scopus
41. Dmitrievsky A.N., Eremin N.A., Khusnutdinov L.A. Monitoring technical state of pipelines in difficult conditions .- 2019. — URL: – <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-26.art12> (дата обращения 2019-12-11) Scopus
42. Kamaeva S. S., Kolesnikov I. S., Eremin N. A., Husnutdinov L. A. Remote inspection by the magnetic tomography to prevent the risks of exploitation of Arctic offshore pipelines // COTech&OGTech 2019 29-29.11.19, Stavanger, Norway, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE) . — URL: - <https://doi.org/10.1088/1757-899x/700/1/012051> (дата обращения 2019-12-11) Scopus
43. Lesin V.I., Eremin N.A. Applying of colloidal particles of metal oxides to increase the oil recovery factor COTech&OGTech 2019 29-29.11.19, Stavanger, Norway, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE) — URL: – <https://doi.org/10.1088/1757-899x/700/1/012061> (дата обращения 2019-12-11) Scopus
44. Alisheva Zh. N., Eremin N. A., Metaksa G. P. About a method of acoustic impact on high viscosity oil fields // COTech&OGTech 2019 29-29.11.19, Stavanger, Norway, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE) — URL: – <https://doi.org/10.1088/1757-899x/700/1/012060> (дата обращения 2019-12-11) Scopus
45. Abirov R. Zh., Eremin N. A. Applying of the associative polymer solutions to enhance oil recovery // COTech&OGTech 2019 29-29.11.19, Stavanger, Norway, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE) — URL: – <https://doi.org/10.1088/1757-899x/700/1/012062> (дата обращения 2019-12-11) Scopus
46. Dmitrievsky A. N., Eremin N. A., Stolyarov V. E. Digital transformation of gas production COTech&OGTech 2019 29-29.11.19, Stavanger, Norway, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE) — URL: – <https://doi.org/10.1088/1757-899x/700/1/012052> (дата обращения 2019-12-11) Scopus

47. Еремин Н.А., Степанян А.А., Столяров В.Е. Управление нефтегазовыми активами в эпоху технологий хранения и обработки больших массивов данных // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2019. – №12. – С. 5-14. РИНЦ
48. Еремин Н.А., Столяров В.Е. О цифровизации процессов газодобычи на поздних стадиях разработки месторождений //SOCAR Proceedings. – 2019. – № 4 Scopus
49. Каушанский Д.А., Демьяновский В.Б., Бакиров Н.Р., Баряев С.П., Щербаков Д.П., Шаймарданов А.Р., Результаты опытно-промысловых испытаний технологии «Темпоскрин-Плюс» для ограничения водопритока в добывающих скважинах ООО «РН-Пурнефтегаз. //Нефтяное хозяйство. – 2019. – №6. – С. 78–82. Scopus
50. Демьяновский В.Б., Бакиров Н.Р., Пегов А.В., Влияние электрохимической коррозии технологического оборудования на проведение работ по ограничению водопритоков в добывающих скважинах полимерно-гелевой системой «Темпоскрин-Плюс». 2019 - URL: – http://oilgasjournal.ru/issue_26/demyanovskiy-bakirov.pdf (дата обращения 2019-12-11) РИНЦ
51. Демьяновский В.Б., Каушанский Д.А., Исследование физико-химических и физико-механических свойств дисперсной полимерно-гелевой системы «Темпоскрин-Люкс» на основе агентов закачки, применяемых на месторождениях нефти Оренбургской, Самарской и Ульяновских областей. 2019 - URL: – http://oilgasjournal.ru/issue_27/demyanovsky-kaushansky.pdf (дата обращения 2019-12-11) РИНЦ

Перечень тезисов, опубликованных по результатам проведённых исследований в 2019 г. в соответствии с государственным заданием:

Книга 1

1. Еремин Н.А., Некрасов Н.О., Золотухин А.Б. Нефтегазовая экосистема машинного обучения – гуманитарные аспекты // Материалы IV Международной научной конференции Гуманитарные Губкинские чтения. Ч. 1. / Ред.: Балычева М.Б., Смирнова О.М. – М: Изд. центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2019. – С.45-56.
2. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. О комплексной научно-технологической программе полного инновационного цикла "Цифровая и технологическая модернизация крупнейшего в мире Западно-Сибирского центра нефтегазодобычи"// XII Научно-практической конференции «Актуальные задачи нефтегазохимического комплекса. Добыча и переработка». — ОАО ВНИПИнефть. –М. –2019. –С. 120-127.

3. Богаткина Ю. Г., Еремин Н. А. Применение цифровых технологии в нефтегазовых инвестиционных проектах // Материалы XII Научно-практ. Конф. «Актуальные задачи нефтегазохимического комплекса. Добыча и переработка». — ОАО ВНИПИнефть – М. – 2019. — С. 89–90

Участие в конференциях:

Книга 1

1. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Цифровые тренды обустройства месторождений углеводородов // Технологический Форум «Обустройство нефтегазовых месторождений - 2019» 12.02.2019. - М.
2. Nikolai A. Eremin The digital oil and gas production // SPE Week of Gubkin University SPE Student Chapter, Moscow, Gubkin University, 14.03.2019
3. Nikolai A. Eremin Digital modernization of oil and gas production: Status and development prospects // Intellectual Field - 2019, ENSO, The Ritz Carlton, Moscow / Tverskaya., str.3, 28.03.2019
4. Еремин Н.А., Некрасов Н.О., Золотухин А.Б. Нефтегазовая экосистема машинного обучения – гуманитарные аспекты // Материалы IV Международной научной конференции Гуманитарные Губкинские чтения. Ч. 1. / Ред.: Балычева М.Б., Смирнова О.М. – М: Изд. центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2019. – С.45-56
5. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Международный центр компетенций цифрового НГК – обучение и подготовка кадров // 15-й Российский Нефтегазовый Конгресс / RPGC 2019 в рамках 16-й Международной выставки «Нефть и газ» / MIOGE 2019, Растущая Энергия Глобального Партнерства, пленарное заседание 2 «Цифровизация и новые технологии в нефтегазовой отрасли как стратегия улучшения инвестиционной привлекательности», 24 апреля 2019, Крокус Экспо, Павильон 3, зал 13, Москва
6. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Цифровая модернизация и устойчивое развитие крупнейшего в мире Западно-Сибирского центра нефтегазодобычи // Евразийский промышленный Конгресс «Интеграция», М., – 2019
7. Еремин Н.А., Камаева С.С. Задачи модернизации нормативной базы ТЭК в интересах цифровой трансформации 4.0 //XIV международная конференция «Нефтегазстандарт-2019» и заседание Технического комитета по стандартизации ТК 023 «Нефтяная и газовая промышленность» – Уфа. –2019
8. Еремин Н. А. О путях научно-технического сотрудничества ИПНГ РАН, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина с Яньшанским университетом // Круглый стол «Сотрудничество для продвижения научных исследований и технологических инноваций в области энергетики между Китаем и Россией». Китай, Циньхуандао, Яньшанский университет, 29.10.2019.

9. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. К вопросу цифровой и технологической модернизации крупнейшего в мире Западно-Сибирского центра нефтегазодобычи // XIV Национальный Конгресс «Модернизация промышленности России: приоритеты развития» 12.11.2019. – М.
10. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. О комплексной научно-технологической программе полного инновационного цикла "Цифровая и технологическая модернизация крупнейшего в мире Западно-Сибирского центра нефтегазодобычи"// XII Научно-практической конференции «Актуальные задачи нефтегазохимического комплекса. Добыча и переработка». — ОАО ВНИПИнефть. –М. –2019. –С. 120-127.
11. Богаткина Ю. Г., Еремин Н. А. Применение цифровых технологии в нефтегазовых инвестиционных проектах // Материалы XII Научно-практ. Конф. «Актуальные задачи нефтегазохимического комплекса. Добыча и переработка». — ОАО ВНИПИнефть – М. – 2019. — С. 89–90
12. Kamaeva S. S., Kolesnikov I. S., Eremin N. A., Husnutdinov L. A. Remote inspection by the magnetic tomography to prevent the risks of exploitation of Arctic offshore pipelines // COTech&OGTech 2019 29-29.11.19, Stavanger, Norway, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE) URL: – <https://doi.org/10.1088/1757-899x/700/1/012051> (дата обращения 2019-10-10)
13. Lesin V.I., Eremin N.A. Applying of colloidal particles of metal oxides to increase the oil recovery factor COTech&OGTech 2019 29-29.11.19, Stavanger, Norway, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE) URL: – <https://doi.org/10.1088/1757-899x/700/1/012061> (дата обращения 2019-10-10)
14. Alisheva Zh. N., Eremin N. A., Metaksa G. P. About a method of acoustic impact on high viscosity oil fields // COTech&OGTech 2019 29-29.11.19, Stavanger, Norway, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE) URL: – <https://doi.org/10.1088/1757-899x/700/1/012060> (дата обращения 2019-10-10)
15. Abirov R. Zh., Eremin N. A. Applying of the associative polymer solutions to enhance oil recovery // COTech&OGTech 2019 29-29.11.19, Stavanger, Norway, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE) URL: – <https://doi.org/10.1088/1757-899x/700/1/012062> (дата обращения 2019-10-10)
16. Dmitrievsky A. N., Eremin N. A., Stolyarov V. E. Digital transformation of gas production COTech&OGTech 2019 29-29.11.19, Stavanger, Norway, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE) URL: – <https://doi.org/10.1088/1757-899x/700/1/012052> (дата обращения 2019-10-10)
17. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Мастепанов А.М., Столяров В.Е. О комплексной научно-технологической программе полного инновационного цикла "Цифровая и технологическая модернизация крупнейшего в мире

Западно-Сибирского центра нефтегазодобычи " // Национальный Нефтегазовый Форум DIGITAL - СЕМИНАР "Цифровые технологии, роботизация процессов при разработке и эксплуатации месторождений", 29.11.2019 . – М.

Перечень опубликованных монографий:

Книга 1

1. Дмитриевский А.Н. Нефтегазовый комплекс Западной и Восточной Сибири. Нефтегазовый комплекс Западной Сибири // А.Н. Дмитриевский. Избранные труды: В 7 т. – М.: Наука, 2019. Т. 5. Кн.1. – 436 с.
2. .Дмитриевский А.Н. Нефтегазовый комплекс Западной и Восточной Сибири. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Восточной Сибири // А.Н. Дмитриевский. Избранные труды: В 7 т. – М.: Наука, 2019. Т. 5. Кн.2. – 455 с.

**Выполнение НИР по госзаданию на период 2019 - 2021 гг.
по направлениям исследований в рамках
Программы фундаментальных научных исследований
государственных академий наук на 2013 – 2020 годы**

Тема 5. Название научной работы: «Фундаментальный базис инновационных технологий нефтяной и газовой промышленности (фундаментальные, поисковые и прикладные исследования)».

Рег. № НИОКТР: АААА-А19-119013190038-2

Раздел IX: «Науки о Земле». ПФНИ № 131. Геология месторождений углеводородного сырья, фундаментальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа, научные основы формирования сырьевой базы традиционных и нетрадиционных источников углеводородного сырья.

Раздел IX: «Науки о Земле». ПФНИ № 132. Комплексное освоение и сохранение недр Земли, инновационные процессы разработки месторождений полезных ископаемых и глубокой переработки минерального сырья.

Научный руководитель темы – научный руководитель ИПНГ РАН,
академик РАН, д.г.-м.н. Дмитриевский А.Н.

Книга 2

Основные результаты проведённых исследований в 2019 г.

По комплексу геологических и изотопно-геохимических данных раскрыта роль переработки (рециклинга) корового материала в масштабной генерации углеводородных флюидов. Природа уникальных скоплений тяжелых нефтей и газогидратов в приповерхностном интервале находит в такого рода трактовке удовлетворительное объяснение. Сделан доклад на конференции International geochemical conference Goldschmidt 2019, г.Барселона, Испания.

На основе идеи «проточного неравновесного реактора» с использованием комплекса геохимических и изотопно-геохимических данных, обосновано структурно-тектонические обстановки масштабного глубинного синтеза углеводородных флюидов. Материалы опубликованы в WoS, SCOPUS, РИНЦ.

Решена проблема происхождения аномально сухого газа гигантских месторождений севера Западной Сибири. Дано объяснение вариации

фракционного состава нефти в месторождениях на разной глубине. Прослежена корреляция региональных тектонических обстановок переработки корового материала в закономерностях нефтегазонакопления. Материалы опубликованы в WoS, SCOPUS.

С позиции нелинейной геодинамики установлено, что Ставропольский свод приурочен к участку действия преимущественно восходящего вектора поля напряжений, Северо-Ставропольское ПХГ к участку спокойного залегания осадочной толщи, для данного масштаба исследований, а оползень в районе хутора Усть-Невинский, расположен на участке одновременного сжатия и растяжения со сдвига-надвиговыми деформациями. Изучена экогеодинамическая ситуация и установлена закономерность структурирования геологической среды на Северо-Ставропольском ПХГ и построена геодинамическая карта-схема Ставропольского свода Северо-Кавказской НГП. Молниеотводы, стоящие на кустах нагнетательных скважин, явно не достаточны для гарантированной защиты территории от разрядов облака–земля в период закачки. Материалы опубликованы в WoS, SCOPUS, РИНЦ.

При физическом моделировании на образцах горных пород сейсмoeлектрического эффекта 2-го рода в условиях слабого латерально неравномерного насыщения получены новые экспериментальные результаты: морфологические признаки (амплитуда, форма частотного спектра) сигналов зависят не только от типа флюида, но и от длительности вибровоздействия. Повышена разрешающая способность метода обнаружения и оценки координат эпицентров и гипоцентров сейсмических событий разного масштаба -- от микрособытий (связанных, например, с гидроразрывами пласта или изменениями геодинамического режима в районах разработки месторождений) до локации местных землетрясений или взрывов. путем использования разных типов волн. Материалы опубликованы в WoS, SCOPUS, Q2, РИНЦ.

Повышена точность междисциплинарной технологии поиска конфигураций устойчивой линейности среды, основанная на методе нахождения 1D минимальной градиентной модели, теории хаоса и анализе географической оболочки. Предложен метод районирования территорий нефтегазоносных провинций по глубине эрозионного расчленения земной поверхности с учетом систем относительно независимых гидро-и литодинамических потоков. На основе переинтерпретации сейсмических многоволновых данных по фрагменту геотраверса «г. Краснодар – р. Эмба» в районе Астраханского газоконденсатного месторождения локализован канал

вероятного газового подтока. Материалы опубликованы в WoS, SCOPUS, Q3, РИНЦ+ВАК.

Обоснована необходимость фокусирования поисковых ГРП на новых территориях – краевых зонах. К новым объектам, территориям нефтегазопоисковых работ следует относить краевые зоны, обрамляющие Западносибирскую НГП и зоны осадконакопления на склоне Уральской горной системы. Помимо этих территорий необходимо рассматривать Московский осадочный бассейн и Кузбасс. Материалы опубликованы в WoS, РИНЦ.

Перечень статей, опубликованных по результатам проведённых исследований в 2019 г. в соответствии с государственным заданием:

Книга 2

WoS +Scopus

1. Баталин О.Ю., Вафина Н.Г., Трансформация глубинных флюидов при формировании месторождений нефти и газа севера Западной Сибири //Георесурсы/Georesources. – 2019.- Т.21- N3, С.25-30 <https://doi.org/10.18599/grs.2019.3.25-30>. Scopus, WOS. DOI <https://doi.org/10.18599/grs.2019.3.25-30> <https://geors.ru/archive/artical/989>
2. Корженков А.М, С.В. Абдиева, А.С. Гладков, Е.В. Деев, Ц. Лю, Й.В. Мажейка, Е.А. Рогожин, М.В. Родкин, А.А. Сорокин, И.В. Турова, А.Б., Фортуна. Палеосейсмичность вдоль адырных разломов (на примере Коконадыр-Тегерекского разлома в Юго-Западном Приссыккулье, Тянь-Шань //Вулканология и Сейсмология. -2019, - №5. -С 36-53. WOS
3. Rodkin M.V. Палеосейсмичность вдоль адырных разломов (на примере Коконадыр-Тегерекского разлома в Юго-Западном Приссыккулье, Тянь-Шань. //Вулканология и Сейсмология – 2019 –№ 5 –С. 36-53. – WOS
4. Пунанова С.А., Родкин М.В., Сравнение вклада разнотерминных геологических процессов в формирование микроэлементного облика каустобиолитов// Георесурсы. - 2019 -Т. 21 -№ 3 - С. 14-24. -DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2019.3.14-24>. WOS
5. Yusupov, E.Korovin, G.Shchukin, V.Shuleikin, Thunderstorm Activity Intensification over Marshland / I.Yusupov, // In: Murgul V., Pasetti M. (eds) International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies EMMFT - 2018. // EMMFT-2018. Advances in Intelligent Systems and Computing - 2019. Vol 983. Springer. Cham. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-19868-8_42. SCOPUS
6. Chebotareva I. Ya Kamshilin A. N., Features of the Electric Response of Rocks to Vibration under Weak Nonuniform Fluid Saturation Conditions // Acoustical

Physics. -2020. -Vol. 66. -No. 1. pp. 73–84. 10.1134/S1063771020010030 Scopus, WOS.

7. Krutas A.D., Smaglichenko T.A., Smaglichenko A.V., Sayankina M.K., Geometrical Computational Method to locate hypocenter by signal readings from a three receivers // AETA 2018 - Recent Advances in Electrical Engineering and Related Sciences: Theory and Application. Lecture Notes in Electrical Engineering. –2019. – Vol. 554. – P. 154–161. DOI:10.1007/978-3-030-14907-9. WOS+SCOPUS-Q3

8. Smaglichenko A., Smaglichenko T., Genkin A., Melnikov B. An investigation on signal comparison by measuring of numerical strings similarity // AETA 2018 - Recent Advances in Electrical Engineering and Related Sciences: Theory and Application. Lecture Notes in Electrical Engineering. –2019. – Vol. 554. – P. 185–194. – DOI:10.1007/978-3-030-14907-9(WOS +SCOPUS -Q3)

РИНЦ, RSCI

9. Баталин О.Ю., Вафина Н.Г. ,Расчет увеличения порового давления с глубиной в результате образования углеводородных флюидов // Актуальные проблемы нефти и газа. -2019. --Вып. 2 (25) 2019. РИНЦ. DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2019-25.art1. http://oilgasjournal.ru/issue_25/batalin-vafina.html

10. Родкин М.В., Более полувека с «Природой» //Природа- 2019- №2. РИНЦ

11. Родкин М.В.. О статистических закономерностях концентрации металлов в УВ и рудных месторождениях //Экспозиция. Нефть. Газ. -2019 - №3(70) – С. 18-22 РИНЦ. DOI: 10.24411/2076-6785-2019-10028

12. Родкин М.В., Пунанова С.А., Идеи Д.И.Менделеева и происхождение нефти // Природа – 2019. - №10 – С. 23-30. РИНЦ.

13. Родкин М.В., Нго Тхи Лы, Т. А. Рукавишникова, Фунг Тхи Тху Ханг, Вызванная

сейсмичность при добыче нефти и газа - обзор. Триггерные эффекты в геосистемах // Материалы V Международной конференции под ред. В.В. Адушкина, Г.Г. Кочаряна. - ИДГ РАН. М.: ТОРУС ПРЕСС; -2019, С. 97-102, ISBN 978-5-94588-268-3.

14. Пунанова С.А., Родкин М.В., Соотношение биогенных и глубинных процессов по данным анализа микроэлементного состава нефтей //Экспозиция Нефть газ. -2019. -№ 6 (66). --С. 38-42. РИНЦ

15. Родкин М.В., Пунанова С.А., Рукавишникова Т.А. Свидетельства в пользу модели реализации массивованного нафтидогенеза по схеме проточного неравновесного химического реактора. // Проблемы тектоники континентов и океанов. - Т.2. - Материалы совещания, М. – ГЕОС. - 2019, С. 181-185/ РИНЦ

16. Казанкова, Э.Р., Корнилова Н.В., //Экология недр на объектах нефтегазового комплекса с позиции нелинейной геодинамики (на примере подземных хранилищ газа). // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. -2019. -№ 16. - С. 232–235 – DOI <https://doi.org/10.31241/FNS.2019.16.047> РИНЦ
17. Шулейкин, В.Н., Lightning protection of underground gas storages. эксперимента [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы нефти и газа: Науч. сет. изд. 2019. Режим доступа: http://oilgasjournal.ru/issue_26/shuleikin.html 2019. №3(26). 16 с. DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2019-26.art15. РИНЦ
18. Чеботарева И. Я., Камшилин А. Н., Влияние неоднородного насыщения образцов горных пород полярными и неполярными жидкостями на их электрический отклик при вибровоздействии [Текст] // Геофизические исследования. – 2019. – Т. 2. – № 3. С.87 – 102. <https://doi.org/10.21455/gr2019.3-6/> RSCI
19. Чеботарева И.Я., Камшилин А.Н., Экспериментальное изучение механо-электрических преобразований при слабом насыщении горных пород [Текст] // Радиопромышленность. – 2019. – Т. 29. – № 2. – С 45 – 53. РИНЦ. DOI: 10.21778/2413-9599-2019-29-2-45-53
20. Чеботарева И.Я., Многообразие типов эндогенных сейсмических источников в эмиссионной томографии [Текст] // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 2(25). – 16 С . РИНЦ.
21. Кузин А.М., Интерпретация данных региональных сейсмических наблюдений МОГТ как отображение изменения фазового состава флюида в консолидированной земной коре // Проблемы тектоники континентов и океанов. Материалы LI Тектонического совещания. –Т. 1. –М.: ГЕОС. 2019. – С. 296-300. РИНЦ
22. Кузин А.М., Сейсмичность на месторождения полезных ископаемых флюидного генезиса как отображение общей закономерности развития сейсмического процесса в земной коре // Проблемы тектоники континентов и океанов. Материалы LI Тектонического совещания. –Т. 1. –М.: ГЕОС. 2019. – С. 300-304. РИНЦ
23. Кузин А.М., О закономерности распределения флюида в континентальной коре // Тезисы докладов XIV Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле». (2-5 апреля)–2019. Москва. МГРИ. Секция № 2 Геология, геотектоника, геодинамика. –Т. 1. –С. 99-103. РИНЦ
24. Кузин А.М., Критерии локализации рудной минерализации на основе интерпретации сейсмических данных (методологические аспекты) // Тезисы

докладов XIV Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле». (2-5 апреля)–2019. Москва. МГРИ. Секция № 1 Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения. –Т. 1. –С. 38-41. РИНЦ

25. Кузин А.М.. О флюидной зональности консолидированной земной коры по данным наблюдений МОГТ-ГСЗ. Часть 1. Континентальная кора (водосодержание) // Актуальные проблемы нефти и газа. –2019. Вып. 1(24). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-24.art3> РИНЦ

26. Кузин А.М., О флюидной зональности консолидированной земной коры по данным наблюдений МОГТ-ГСЗ. Часть 2. Континентальная кора (водосодержание) // Актуальные проблемы нефти и газа. –2019. Вып. 1(24). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-24.art3> РИНЦ

27. Кузин А.М., О взаимосвязи распределения флюида в земной коре с геопроцессами на основе интерпретации данных сейсмических методов // Всероссийский ежегодный семинар по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии (ВУСЭМПГ-2019). Труды. (16-17 апреля) –2019. Москва, ГЕОХИ. –С. 345-349. РИНЦ

28. Кузин А.М., Отображение распределения флюида в земной коре по данным сейсмической интерпретации// Всероссийский ежегодный семинар по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии (ВУСЭМПГ-2019). Труды. (16-17 апреля) –2019. Москва, ГЕОХИ. –С. 350-354 . РИНЦ

29. Кузин А.М., О глубинном строении и нефтегазоносности Прикаспийской впадины по данным интерпретации сейсмических наблюдений МОГТ-ГСЗ // Новые идеи в геологии нефти и газа. Сборник научных трудов (по материалам Международной научно-практической конференции 23-24 мая) –2019. Москва, МГУ. –С. 265-269. РИНЦ

30. Кузин А. М. О конвергентности в методологии прогнозирования месторождений флюидного генезиса. // Новые идеи в геологии нефти и газа. Сборник научных трудов (по материалам Международной научно-практической конференции. Москва, МГУ(23-24 мая) –2019. –С. 270-275. РИНЦ

31. Кузин А.М. Возможности изучения путей миграции флюида в осадочном чехле и фундаменте сейсмическими методами // Материалы Международной научно-практической конференции «Экологическая промышленность и энергетическая безопасность – 2019». Севастополь (23–26 сентября) – 2019. – С 882-887. РИНЦ

32. Кузин А.М. Скопления углеводородов и флюидно-тектоническая зональность континентальной коры // Материалы IV Всероссийского симпозиума с участием иностранных ученых, посвященного 90-летию со дня

- рождения академика Н.А. Логачева «Рифтогенез, орогенез и сопутствующие процессы» Иркутск, ИЗК СО РАН, (14-15 октября) – 2019. – С. 48–51. РИНЦ
33. Кузин А.М., Месторождения полезных ископаемых, землетрясения и методология интерпретации сейсмических данных // XVI Всероссийская (с международным участием) научная сессия ГИ КНЦ РАН. Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. Апатиты (7-10 апреля). – 2019. – № 16. – С 323–327. <http://geoksc.apatity.ru/index.php/fersmanall/394-fns2019>
<https://doi.org/10.31241/FNS.2019.16.065> РИНЦ DOI 10.31241/FNS/2019.16.065
34. Кузин А.М. О глубинном зональном строении консолидированной земной коры в районе Астраханского месторождения по данным региональных сейсмических наблюдений // Тезисы докладов Всероссийской конференции по глубинному генезису нефти и газа «7-е Кудрявцевские чтения. Москва, ЦГЭ, 21-23 октября 2019 г. РИНЦ
35. Смагличенко А.В., Смагличенко Т.А., Саянкина М.К., Программный алгоритм выделения данных сигнала: пример сейсмической информации // Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития. Материалы XXVI научной конференции / г. Ростов-на-Дону (апрель 2019 г.). – Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета. - 2019. – С. 248–252 РИНЦ
36. Смагличенко Т.А., Смагличенко А.В., Саянкина М.К., Комплексная технология о фрактальности среды под наземной лавой // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. – 2019. – № 16. – С. 539–543. РИНЦ
37. Смагличенко Т.А., Соколова Н.В., Смагличенко А.В., Генкин А.Л., Саянкина М.К. Поиск градиентных моделей энергетически важных районов с учётом системы зон разуплотнения на земной поверхности // Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2019. Материалы двенадцатой международной конференции / г. Москва (октябрь 2019 г.). – Москва: ИПУ РАН, 2019. – С. 630–633. РИНЦ
38. Krutas A.D., Smaglichenko T.A., Smaglichenko A.V., Sayankina M.K., Geometrical Computational Method to locate hypocenter by signal readings from a three receivers // AETA 2018 - Recent Advances in Electrical Engineering and Related Sciences: Theory and Application. Lecture Notes in Electrical Engineering. – 2019. – Vol. 554. – P. 154–161. DOI:10.1007/978-3-030-14907-9. WOS+SCOPUS-Q3
39. Соколова Н.В. Влияние гидро- и литодинамических потоков на характер современного эрозионного расчленения территорий // Международный

научно-исследовательский журнал.–2019–№ 10,Часть 1(88). – С. 60-64. -DOI: 10.23670/IRJ.2019.88.10.011. РИНЦ+ВАК

40. Соколова Н.В. Природные фрактальные структуры управления гидро-и литодинамическими потоками // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 9, Часть 2. – С. 25-30. - DOI:10.24411/2500-1000-2019-11517. РИНЦ

41. Соколова Н.В. О системах адаптации гидро-и литодинамических потоков к перманентным геодинамическим перестройкам // Естественные и технические науки. – 2019. – № 8(134). – С. 61-70 РИНЦ+ВАК

42. Шиловский А.П., Проблемы и возможные решения для сохранения лидерства на мировом нефтегазовом рынке // сборник научных трудов международной научно-практической конференции «Новые Идеи в геологии нефти и газа. -2019», Москва: Издательство «Перо», 2019.с.539-543. РИНЦ

43. Шиловский А.П., Возможно ли поддержание достигнутого уровня добычи нефти//Актуальные проблемы нефти и газа [Электронный ресурс] -2019. -№ 1(24) -С.7. <http://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-24.art14>. - DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2019-24.art14 РИНЦ

44. Шиловский А.П., Проблема сохранения существующего уровня добычи жидких углеводородов //Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений – 2019. -№12. -С. 66-68. - DOI:30713/2413-5011-2019-12(336)-66-68. RSCI

Перечень тезисов, опубликованных по результатам проведённых исследований в 2019 г. в соответствии с государственным заданием:

Книга 2

1. Баталин О.Ю., Вафина Н.Г., Двухфазная иерархическая модель фазового поведения флюида в окрестности и далеко от критической точки. //Тезисы докладов, С. 191. <http://conf.scftec.ru/template/page/ABSTRACT-SCFTEC-2019.pdf>. - 2019. Пленарный доклад

2. Родкин М.В., Пуланова С.А., Рукавишников Т.А. Свидетельства в пользу модели реализации массивированного нефтидогенеза по схеме проточного неравновесного химического реактора. В сб.: Проблемы тектоники континентов и океанов. -Т. 2. Материалы совещания. М. ГЕОС. - 2019. Секционный доклад

3. Родкин М.В., Пуланова С.А., От закономерностей формирования микроэлементного состава нефтей к тектонической структуре месторождений. Тезисы докладов Всероссийского ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии (ВЕСЭМПГ-2019). Москва. - 16–17 апреля 2019 г. -С. 138. Секционный доклад РИНЦ

4. Родкин М.В. Пунанова С.А., К интеграции биогенной и абиогенной концепций нефтегенеза. Анализ совокупности эмпирических данных, рекомендации по поиску месторождений. Материалы международной конференции «Проблемы региональной геологии запада Восточно-Европейской платформы и смежных территорий». –С.10-12 апреля 2019 г., Минск, БГУ. Секционный доклад. РИНЦ
5. Родкин М.В., Пунанова С.А., Влияние состава коровых сред на микроэлементную компоненту нефти. «Новые идеи в науках о Земле». Тезисы докладов XIV Международной научно-практической конференции. 2-5 апреля 2019. Минобрнауки России Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ). -Том V. -С. 78-81. Секционный доклад. РИНЦ
6. Родкин М.В., Шатахцян А.Р., Схема формальной кластеризации рудных месторождений – новый метод исследования статистики и механизмов формирования месторождений. Международная конференция «Физико-химические и петрофизические исследования в науках о Земле»/ ГЕОХИ, ИФЗ и ИГЕМ РАН, ГО «Борок» ИФЗ РАН. - 23-29 сентября 2019г. Пленарный доклад
7. Родкин М.В., Пунанова С.А., Микроэлементы в нефтях – корреляционные соотношения, указания на характер механизма нефтегенеза. XX Международная конференция «Физико-химические и петрофизические исследования в науках о Земле»/ ГЕОХИ, ИФЗ и ИГЕМ РАН, ГО «Борок» ИФЗ РАН. - 23-29 сентября 2019 г. Пленарный доклад
8. Родкин М.В., Проблема вызванной сейсмичности при добыче нефти и дезинтеграция гранитов. Углеводородный и минерально-сырьевой потенциал кристаллического фундамента. // Международная научно-практическая конференция. Казань. - 1-2 сентября 2019. -С. 259-262. Пленарный доклад
9. Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В., Техногенное воздействие на окружающую среду в районах функционирования подземных хранилищ газа. // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность: сборник статей научно-практической. конференции с международным участием. -под ред. Л. И. Лукиной, Н. В. Ляминой. - Севастополь: СевГУ, 2019. - С. 721–724. ISBN 978-5-6041740-3-6 РИНЦ
10. Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В., Техно-геоэкологические проблемы Невского подземного хранилища газа. // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность: сборник статей научно-практической. конференции с международным участием. - под ред. Л. И. Лукиной, Н. В. Ляминой. - Севастополь: СевГУ, 2019. - С. 724–728. ISBN 978-5-6041740-3-6 РИНЦ

11. Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В. Формирование залежей углеводородов на больших глубинах с позиции нелинейной геодинамики. // Новые идеи в геологии нефти и газа: сборник трудов международной научно-практической. Конференции. -отв. ред. А.В. Ступакова. - МГУ им. М.В. Ломоносова. – М.: Изд.- во «Перо» - 2019. – С.197-201. [Электронное издание] ISBN 978-5-00150-299-9 РИНЦ
12. Шулейкин, В.Н., Молнии и воздухообмен почва-атмосфера от электричества хорошей погоды к грозовому электричеству. // VIII Всероссийская конференция по атмосферному электричеству: сборник докладов Всероссийской конференции с международным участием. - Нальчик: ВГИ, 2019. - С. 22-24.
13. Шулейкин, В.Н., Повышение точности атмосферно-электрического мониторинга геологических неоднородностей и зон геодинамических процессов. // VIII Всерос. конф. по атмосферному электричеству: сборник докладов Всероссийской конференции с международным участием. - Нальчик: ВГИ, 2019. - С.20-22. РИНЦ
14. Кузин А.М., О взаимосвязи распределения флюида в земной коре с геопроцессами на основе интерпретации данных сейсмических методов. // Всероссийский ежегодный семинар по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии ВУСЭМПГ-2019. -Тезисы докладов. -16-17 апреля 2019. Москва, ГЕОХИ. –С. 50 РИНЦ
15. Кузин А.М., Отображение распределения флюида в земной коре по данным сейсмической интерпретации. //Всероссийский ежегодный семинар по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии ВУСЭМПГ-2019. Тезисы докладов. -16-17 апреля 2019. Москва, ГЕОХИ. –С. 49. РИНЦ
16. Кузин А.М., О глубинном зональном строении консолидированной земной коры в районе Астраханского месторождения по данным региональных сейсмических наблюдений. // Тезисы докладов Всероссийской конференции по глубинному генезису нефти и газа «7-е Кудрявцевские чтения. Москва, ЦГЭ. 21-23 октября 2019. –С. 13-17.
<http://conference.deeroil.ru/index.php/materials> РИНЦ
17. Шиловский А.П., Связан ли углеводородный потенциал Татарстана с «кристаллическим фундаментом»?//Материалы Международной научно-практической конференции – Казань: Изд-во «Ихлас», 2019. С. 127-129.

Перечень опубликованных монографий:

Книга 2

1. Родкин М.В. Когда ломается земная твердь. О физике и прогнозе землетрясений. Долгопрудный, Изд-во «Интеллект», 2019, 112 стр. ISBN 978-5-91559-258-1. (тир. 500 экз.)
2. Казанкова, Э.Р. Геоэкологические условия размещения Северо-Ставропольского подземного хранилища газа (с позиции нелинейной геодинамики)/ Э.Р. Казанкова, Н.В. Корнилова // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа: коллективная монография по материалам IX Всерос. науч.-тех. конф. Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. – М.: ИИЕТ РАН, 2019. - Т. IX. – С.622-626. ISBN 978-5-98866-073-6 ПИНЦ
3. Shuleikin, V.N. Geology, geodynamies and atmospheric electricity. Монография. UK. 2019. 150p.

**Выполнение НИР по госзаданию на период 2019 - 2021 гг.
по направлениям исследований в рамках
Программы фундаментальных научных исследований
государственных академий наук на 2013 – 2020 годы**

Тема 7. Название научной работы: «Научное обоснование оптимальных условий подземного хранения водорода совместно с метаном».

Рег. № НИОКТР: АААА-А19-119101690016-9

Раздел IX: «Науки о Земле». ПФНИ № 132. Комплексное освоение и сохранение недр Земли, инновационные процессы разработки месторождений полезных ископаемых и глубокой переработки минерального сырья.

Научный руководитель темы – директор ИПНГ РАН,
д.г.-м.н. Абукова Л.А.

Основные результаты проведённых исследований в 2019 г.

1. Обоснована возможность создания в России нескольких территориальных водородных кластеров полного жизненного цикла (производство-хранение-использование), ориентированных на экспорт водорода с использованием существующей системы магистральных газопроводов (МГ). В состав кластера должны входить производители водорода (атомные и гидроэлектростанции), ПХГ, характеристики которых благоприятны для хранения водородно-метановых смесей (ВМС), в первую очередь в истощенных залежах углеводородов, в соляных резервуарах, и экспортных МГ. Южный территориальный водородный кластер, ориентированный на поставки водорода в Турцию и Европу по газопроводам Голубой поток и Турецкий поток может быть сформирован на базе Ростовской АЭС, Северо-Ставропольского, Куцевского и Краснодарского ПХГ. Центральный территориальный водородный кластер, ориентированный на поставки водорода в Европу с использованием МГ Ямал-Европа и Украинской трубопроводной системы, может быть сформирован на базе Балаковской АЭС и Волжской ГЭС, ПХГ, расположенных в Приволжском ФО, в первую очередь, в Саратовской области (Песчано-Уметское, Елшано-Курдюмское и Степновское). Основными производителями водорода для Северо-Западного территориального водородного кластера могут быть Ленинградская и

Кольская АЭС, а также Волховская ГЭС и Карельский каскад ГЭС. Возможность хранения ВМС в Гатчинском и Невском ПХГ, приуроченным к водоносным пластам, требует специальной оценки. В случае положительного заключения, ВМС, которые будут храниться в этих ПХГ, можно будет поставлять в Европу по МГ «Северный поток». Альтернативный вариант предусматривает экспорт водорода в сжиженном виде морским путем через Мурманск, либо доставку в Калининград для хранения в соляных резервуарах Калининградского ПХГ и последующей транспортировки наземным транспортом в Польшу и страны Прибалтики.

2. По сравнению с ПХГ, содержащими только один вид газа, на объектах совместного подземного хранения водорода с метаном прогнозируется существенное разнообразие гидрохимических и микробиологических процессов, обуславливающих два основных негативных следствия – развитие коррозии и снижение объемов хранящегося водорода. Здесь за счет дополнительного появления специфических процессов, происходящих при снижении pH, активно развивается углекислотная и сульфатная коррозии инженерных сооружений, а также цемента пород-коллекторов и покрышек. Риски снижения объемов закачанного водорода, помимо диффузионных потерь, могут быть связаны преимущественно с гидрогеохимическими и микробиологическими факторами, среди которых: (1) превращение водорода в CH_4 и H_2S вследствие микробной активности, (2) химическое взаимодействие водорода с минералами коллекторов и покрышек, сопровождающееся изменением фильтрационно-емкостных и геомеханических свойств, (3) взаимодействие водорода с металлическими конструкциями наземного и подземного скважинного оборудования. Потери водорода за счет реализации гидрогеохимических и микробиологических процессов будут усилены (1) с увеличением влагосодержания газа и доли конденсационных вод при снижении пластового давления; (2) преобладании в резервуаре маломинерализованных вод гидрокарбонатно-натриевого типа с повышенными концентрациями в них диоксида углерода и органических кислот; (3) развитию специфических микробиологических сообществ, типичных для строго анаэробноза.

3. Математическая формулировка задачи по моделированию совместной закачки метана с водородом в создаваемых или уже эксплуатируемых подземных хранилищах газа представлена с достаточной полнотой. Она охватывает описание основных процессов многомерной многокомпонентной фильтрации с учетом диффузии и дисперсии, а также протекающих в пластовых условиях химических реакций. То есть, соответствующие исследования замыкаются от системы дифференциальных

уравнений до имитационной численной модели. Развитое математическое обеспечение возможно использовать при интерпретации данных лабораторных экспериментов, а также промысловых исследований. Не исключено, что формулировка задачи применительно к возможным действиям бактерий различных морфотипов претерпит некоторые изменения при переходе к моделированию реального объекта хранения водорода с метаном. Но в целом, математическое и программное обеспечение готово к крупномасштабным численным экспериментам по моделированию закачки смеси газов в подземные резервуары. При этом предполагается, что модель будет способна реалистично описывать захоронение и отбор флюидов из водоносных пластов, а также истощенных нефтяных и газовых месторождений природных углеводородов.

4. Учитывая стартовый характер научно-исследовательских работ по обоснованию оптимальных условий подземного хранения водорода совместно с метаном, ближайшими задачами следует считать: (1) обоснование методики экспериментальной оценки влияния гидрохимических и микробиологических процессов, вызывающих при хранении водородно-метановых смесей углекислотную и сульфатную коррозию пород различного вещественного состава; (2) выполнение репрезентативного объема экспериментальных исследований по выявлению ведущих гидрохимических и микробиологических факторов развития углекислотной и сульфатной коррозии при совместном хранении водорода и метана в подземных условиях; (3) моделирование поведения микробиологических сообществ при подземном хранении водорода совместно с метаном (применительно к геолого-промысловым условиям одного из перспективных объектов хранения); (4) математическое моделирование диффузионных потерь водорода при его подземном хранении совместно с метаном (применительно к геолого-промысловым условиям одного из перспективных объектов хранения) (5) научное обоснование практических рекомендаций по выбору первоочередных объектов для подземного хранения водорода совместно с метаном.

* * *

В соответствии с прогнозом энергетического развития в мире потребность в водороде как эффективном энергоносителе в ближайшей перспективе будет заметно возрастать. Производство водорода по различным оценкам к 2050 г. превысит уровень 2018 г. практически в 8 раз, что обусловлено как ростом традиционных областей использования этого газа, так и развитием водородных технологий на транспорте, энергетике, жилищно-коммунальном хозяйстве.

В России отсутствует национальная программа развития водородных технологий. Тем не менее, проектом «Энергетической стратегии развития России на период до 2035 года» предусмотрено, что к 2035 г. Россия ежегодно будет экспортировать 2 млн. тонн водорода. Потенциал производства водорода в стране за счет неиспользуемых мощностей отечественных электростанций оценивается в 3,5–8,0 млн. т. в год. В соответствии с масштабами производства должны быть решены и проблемы его большеобъемного хранения.

Экономически целесообразным способом хранения значительных объемов H_2 является использование существующих ПХГ и магистральных трубопроводов. Рассмотрена возможность создания в России нескольких территориальных водородных кластеров полного жизненного цикла (производство-хранение-использование), ориентированных на экспорт H_2 с использованием существующей системы экспортных газопроводов. В состав кластера должны входить производители H_2 (атомные и гидроэлектростанции), ПХГ, характеристики которых благоприятны для хранения ВМС и экспортные магистральные газопроводы. Предлагаются три территориальных водородных кластера по производству H_2 и хранению водородно-метановых смесей: Южный, Центральный и Северный.

Хранение водорода с метаном может сопровождаться коррозией наземного и подземного оборудования, выпадением на инженерных конструкциях серных и карбонатных отложений, снижением объемов H_2 . Установлено, что риски снижения объемов закачанного H_2 преимущественно могут быть связаны с (1) превращением H_2 в CH_4 и H_2S , (2) химическим взаимодействием H_2 с породообразующими минералами, сопровождающимися изменением фильтрационно-емкостных и геомеханических свойств коллекторов и покрышек, (3) углекислотной и сульфатной коррозией металлических конструкций скважин. Названные эффекты будут усилены при увеличении влагосодержания газа и доли конденсационных вод, преобладании в резервуаре маломинерализованных вод гидрокарбонатно-натриевого типа с повышенными концентрациями CO_2 и органических кислот, развитии специфических микробиологических сообществ, типичных для строго анаэробноза (водород является легко утилизируемым субстратом и используется как сульфатредуцирующими, так и метанообразующими микроорганизмами).

При выборе ПХГ под хранение H_2 совместно с метаном рекомендуется отдавать предпочтение резервуарам с терригенными коллекторами, выдержанными флюидоупорами и без признаков современной тектонической дестабилизации. Циклический режим при эксплуатации ПХГ инициирует

деформации земной поверхности, поэтому крайне необходим геодинамический мониторинг. Фиксация активных выбросов газа также возможна методами сейсмической томографии.

Анализ показал возможности многофакторного математического моделирования кинетики диффузионных потерь водорода, что дает возможность на последующих этапах разработки обсуждаемой проблемы построить достоверную геолого-промысловую модель хранения водородно-метановых смесей на базе выработанных месторождений УВ.

Перечень статей, опубликованных по результатам проведенных исследований в 2019 г. в соответствии с государственным заданием:

1. Смагличенко Т.А. Природный барьер для удержания высоких концентраций газов: метана и углекислого газа, метана и водорода при гидротермальных выбросах // Актуальные проблемы нефти и газа. 2019. Вып. 4(27). [https://doi.org/ 10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art11](https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art11)

2. Vasiliev I.V., Ostapchuk S.S., Alekseeva Yu.V. Hydrogen technologies: principles and prospects // Actual Problems of Oil and Gas. 2019. Iss. 4(27). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art19>