

УДК 622.276.1/.4.001.57

**ОПЕРАТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ  
КЛАСТЕРИЗАЦИИ ФАЦИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

**Д.Ю. Чудинова, М.Д. Бурумбаева, Ю.А. Котенев**

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический  
университет»

**E-mail: miracle77@mail.ru**

**Аннотация.** В работе описана методика оперативного учета фаций и фациальной неоднородности при создании геолого-гидродинамической модели. Оперативное диагностирование фациальных отложений основано на математическом методе кластеризации алгоритмом k-means. В работе указаны достоинства и недостатки, а также и способ расчета данного метода для дифференциации и последующего группирования скважин с различными данными. Объектом исследования является терригенный пласт крупного месторождения Западной Сибири нижнемелового возраста. В фациальном отношении пласт сформировался в переходной обстановке осадконакопления и включает отложения как морского, так и переходного генезиса. Исследование проводилось по 900 скважинами пласта-коллектора, по данным геофизических исследований-кривых ПС, апс, с контролем по кривым ГК.

По результатам кластерного анализа были выделены несколько групп, отличных по форме кривых геофизических исследований (ГИС). Сопоставление данных каротажа групп, полученных в результате кластеризации с типовыми формами кривых по В.С. Муромцеву, были выделены фациальные отложения пляжа, промоин разрывных течений, вдольбереговых промоин, верхняя часть предфронтальной зоны пляжа, трансгрессивные валы предфронтальной зоны, нижняя часть

предфронтальной зоны пляжа, подводные валы предфронтальной зоны пляжа, вдольбереговые бары. Полученные данные были соотнесены с их площадным распространением и полученное распределение не противоречит особенностям осадконакопления данного региона.

Оперативное диагностирование фациальных отложений с помощью кластерного анализа позволяет корректно оценить положение коллектора геологической модели и спрогнозировать петрофизические свойства и особенности пласта, исключить субъективные ошибки специалиста и снизить время оценки при работе с большим количеством данных.

***Ключевые слова:*** кластеризация, метод, пласт-коллектор, модель, алгоритм, фация.

УДК 622.276.43

**К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ЗАВОДНЕНИЯ  
СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ НА ПОЗДНЕЙ  
СТАДИИ РАЗРАБОТКИ**

**<sup>1</sup>Л.Г. Рахмаев, <sup>2</sup>Ю.А. Гуторов, <sup>3</sup>Р.Х. Низаев**

<sup>1</sup>НГДУ «Азнакаевскнефть», <sup>2</sup>РКНЦ «Нефтяная долина»,

<sup>3</sup>Институт «ТатНИПИнефть»

**E-mail: [azn09sg@tatneft.ru](mailto:azn09sg@tatneft.ru)**

**Аннотация:** В статье приводятся данные анализа технологической эффективности различных вариантов заводнения продуктивных коллекторов на разных стадиях разработки нефтяных месторождений. Показано, что на начальной стадии разработки наиболее эффективным методом заводнения является стационарный, который характеризуется в основном "поршневым" способом вытеснения нефти из порового пространства продуктивных пластов, однако по мере выработки запасов нефти эффективность стационарного метода заводнения значительно снижается, поскольку остаточные запасы нефти сосредоточены в низкопроницаемых частях продуктивных пластов. Для их извлечения был предложен нестационарный метод заводнения, который характеризуется периодической сменой цикла закачки и паузы при заводнении пластов. При этом нестационарному методу закачки свойственно вытеснение нефти из уже истощенных коллекторов путём её «отмывания» от порового пространства. На практике отсутствуют четкие критерии выбора момента начала применения нестационарного заводнения. Авторы предлагают в качестве таких критериев использовать кроме водонефтяного фактора, коэффициенты промывки и использования воды [1].

Анализируя далее преимущества и недостатки стационарного и нестационарного методов заводнения, авторы приходят к выводу, что создание на их основе, так называемой, «комбинированной» технологии заводнения поможет не только устранить недостатки, свойственные каждой из этих технологий в отдельности, но также существенно сократит сроки эксплуатации месторождений при достижении планового КИН.

**Ключевые слова:** заводнение стационарное, нестационарное, поршневое вытеснение, вытеснение отмыванием, заводнение внутриконтурное, водонефтяной фактор, коэффициент промывки, коэффициент использования воды, заводнение комбинированное.

УДК 622.24.05:681.5

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА БУРЕНИЯ СКВАЖИН С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИНТОВЫХ ЗАБОЙНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

**А.Ф. Нигматуллин, А.В. Муртазин, И.Д. Мухаметгалиев**

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

**E-mail: NigmatullinAF@nu.sibserv.com**

**Аннотация.** Традиционная технология бурения скважин предполагает поддержание постоянной осевой нагрузки на долото, а вернее нагрузки на крюке, что является следствием заимствования технологии от турбинного и роторного бурения.

Ниже будет рассмотрена специфика реакции винтового забойного двигателя (ВЗД) на резкие изменения крутящего момента и предложена технология бурения, поддерживающая постоянный крутящий момент на долоте. Кроме того, в данной работе приведены результаты промышленных испытаний указанной технологии и последние разработки авторов в области автоматизации процесса бурения скважин с использованием ВЗД.

**Ключевые слова:** *винтовой забойный двигатель, автобурение, тренажер.*

УДК 622.276.66.001.24

**РАСЧЕТ КРИВЫХ ПОРОВОГО ДАВЛЕНИЯ И ДАВЛЕНИЯ  
РАЗРЫВА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА**

**О.В. Салимов**

Институт «ТатНИПИнефть»

**E-mail: sov@tatnipi.ru**

**Аннотация.** В статье рассмотрены методы расчета кривых горного, порового давления и давления разрыва пласта.

Определена область применимости формулы К.Н. Доронкина для расчета порового давления. Показаны сложности применения геофизических программ. Для их полноценного использования при геомеханических расчетах необходимо располагать средствами интегрирования кривых и их экстраполяции до поверхности Земли.

Указано на необходимость точного задания начала отсчета глубины. Рассмотрены возможности применения в расчетах волны Стоунли.

**Ключевые слова:** поровое давление; кривые геофизических методов; интегрирование плотности по глубине; экстраполяция кривых плотности; волна Стоунли

УДК 665.61.033.5

**ВАНАДИЙ И НИКЕЛЬ В АСФАЛЬТЕНАХ И СМОЛАХ ТЯЖЕЛЫХ  
НЕФТЕЙ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НГП**

**М.Р. Якубов, Г.Р. Абилова, К.О. Синяшин, Д.В. Милордов,  
С.Г. Якубова, Э.Г. Тазеева, Ю.Ю. Борисова, Н.А. Миронов,  
Д.Н. Борисов, П.И. Грязнов**

ФГБУН Институт органической и физической химии им. А.Е.Арбузова  
КазНЦ РАН

**E-mail: yakubovmr@mail.ru**

**Аннотация.** Исследованы асфальтены и смолы тяжелых нефтей (ТН) в карбоновых и пермских отложениях различных месторождений Волго-Уральской НГП. В ТН карбоновых отложений содержание ванадия более высокое и варьирует в пределах 0,041-0,165 мас.%. В ТН пермских отложений содержание ванадия составляет 0,009-0,047 мас.%. Увеличение содержания ванадия и никеля в тяжелых нефтях сопровождается повышением концентрации соответствующего металла в асфальтенах и смолах. В результате исследования выявлена специфичность взаимосвязи асфальтены-ванадий для ТН различных продуктивных отложений. Показано, что в каждом случае соотношение асфальтены/ванадий варьирует в различных диапазонах.

Показано, что в тяжелых нефтях с увеличением содержания ванадия в смолах наблюдается уменьшение соотношения асфальтены/смола. Полученные результаты по содержанию ванадия и никеля в асфальтенах и смолах позволяют прогнозировать распределение данных металлов в составе продуктов вторичных процессов нефтепереработки применительно к тяжелым нефтям различного состава.

**Ключевые слова:** *тяжелая нефть, асфальтены, смолы, ванадий, никель.*

УДК 553.98.048

**ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСОВ  
ПОДНЯТИЙ ПО МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО С ЦЕЛЬЮ ИХ  
РАНЖИРОВАНИЯ**

**Г.А. Лыков, Д.А. Тимиров, А.Г. Зиятдинов**

Институт «ТатНИПИнефть»

**E-mail: lga444@yandex.ru**

**Аннотация.** В данной статье рассмотрено применение вероятностно-статистической оценки извлекаемых ресурсов нефти методом Монте-Карло на примере трёх поднятий, подготовленных к глубокому поисковому бурению: Восточно-Долинном (Бугульминско-Тумутукская разведочная зона), Кимовском (Черемшано-Бастрыкская разведочная зона) и Западно-Сакловском (Тлянички-Тамакская разведочная зона).

В результате вероятностно-статистической оценки прогнозные ресурсы по каждому объекту представляются в виде значений  $P_{90}$ ,  $P_{50}$  и  $P_{10}$ , где  $P_{90}$  – это минимально оцененная величина ресурсов, подтверждающаяся с вероятностью 90 % (низкая степень риска),  $P_{50}$  – это оптимальная величина ресурсов с вероятностью 50 %,  $P_{10}$  – это оцененная величина ресурсов с вероятностью 10 % (высокая степень риска).

По полученным значениям выполнено ранжирование поднятий для глубокого поискового бурения, а также проведено сравнение рассчитанных прогнозных извлекаемых ресурсов нефти с ресурсами, подсчитанными объемным методом.

**Ключевые слова:** *вероятностно-статистическая оценка, метод Монте-Карло, объемный метод, поднятия, ресурсы, нефть, ранжирование.*

УДК 553.98(470.41)

**ТИПЫ РАЗРЕЗОВ ПЕСЧАНОЙ ПАЧКИ ШЕШМИНСКОГО  
ГОРИЗОНТА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА  
ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

**Р.Р. Абусалимова, А.А.Костина, С.А.Панина**

Институт «ТатНИПИнефть»

**E-mail: kostinaaa@tatnipi.ru**

**Аннотация.** Изучению отложений шешминского горизонта уфимского яруса на территории РТ уделено немало внимания, в связи с наличием в них промышленных залежей сверхвязких нефтей (СВН). Целевым назначением данной работы являлось уточнение геологического строения залежей сверхвязкой нефти и произведение типизации разреза.

Рассматривались различные методики разделения разреза на типы и анализировалась возможность их использования для отложений шешминского горизонта. С учетом проведенного анализа, для типизации разреза выбран способ, предполагающий совместный анализ данных каротажа, рассчитанных фильтрационно-емкостных характеристик и лабораторных исследований керна. По данной методике выделены 4 типа и 4 подтипа разрезов и произведена типизация отложений песчаной пачки шешминского горизонта на территории их развития, в пределах РТ.

Полученные данные, выявляющие особенности строения песчаной пачки шешминского горизонта, могут быть использованы при проведении работ при планировании мероприятий по разработке залежей нефти и при оценке нефтегазоперспективности территории.

**Ключевые слова:** *сверхвязкие нефти, типизация разреза, шешминский горизонт, песчаная пачка*

УДК 551.7.022

**ПРИМЕНЕНИЕ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРИ  
ПОСТРОЕНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ БОБРИКОВСКОГО  
ГОРИЗОНТА СИРЕНЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**А.М. Калимуллин, А.Ф. Сафаров**

Институт «ТатНИПИнефть»

**E-mail: kalimullinam@tatnipi.ru**

**Аннотация.** В данной статье рассматривается важность применения концептуальной геологической модели бобриковского горизонта Сиреневского месторождения при подсчете запасов и при дальнейшем расчете гидродинамической модели. Основой для воссоздания условий осадконакопления отложения послужил литолого-фациальный анализ. В настоящее время литолого-фациальный анализ отложений широко применяется в нефтегазовой геологии, как в начале изучения территории, так и на этапе промышленного освоения залежей, и всего месторождения. Появляется возможность формализовать свойства геологического пространства и выявить последовательность изменений геологический тел. Анализ данных позволил дать рекомендации в отношении доразведки месторождений РТ, выделить зоны, благоприятные для разбуривания скважин.

**Ключевые слова:** *терригенный коллектор, электрофациальный анализ, седиментологическая модель фацции, обстановки осадконакопления*

УДК 622.337.2

**ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ОСВОЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ  
СКВАЖИН НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ  
ПАРОГРАВИТАЦИОННОГО ДРЕНИРОВАНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ  
СВЕРХВЯЗКОЙ НЕФТИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

**А.А. Бисенова, А.Т. Зарипов, Д.К. Шайхудинов**

Институт «ТатНИПИнефть»

**E-mail: ainura@tatnipi.ru**

**Аннотация.** В работе рассматривается этап освоения парных горизонтальных скважин по технологии парогравитационного дренирования залежей сверхвязкой нефти месторождений Республики Татарстан. Изучено влияние начальной вязкости нефти и вязкости нефти при температурах, близких к температуре пара на накопленную добычу нефти. Были рассмотрены варианты закачки различных объемов пара в процессе освоения в зависимости от свойств нефти и предложены наиболее эффективные из них для 14 залежей СВН. С помощью термогидродинамического моделирования разработаны рекомендации по подбору оптимальных объемов закачки пара в процессе освоения, обеспечивающих высокую эффективность работы скважин.

**Ключевые слова:** парогравитационное дренирование, освоение скважин, начальная вязкость нефти, сверхвязкая нефть, гидродинамическое моделирование.

УДК 622.245.44

**РАЗРАБОТКА ПАКЕРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ СКВАЖИН  
МАЛОГО ДИАМЕТРА ПО ПРОЕКТУ УПЛОТНЕННОЙ СЕТКЕ НА  
МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПАО «ТАТНЕФТЬ»**

**А.Е. Белов, П.С. Арчибасов, Р.З. Шагитов, М.Д. Сираев**

Институт «ТатНИПИнефть»

**E-mail: bae@tatnipi.ru**

**Аннотация.** Для повышения эффективности программы уплотнения сетки нескольких малопродуктивных месторождений, разработаны два варианта пакерующих устройств для скважин с диаметром эксплуатационной колонны 114 мм и 102 мм:

- а) установка в составе эксплуатационной колонны (ЭК) полированной втулки из нержавеющей стали, с которой впоследствии взаимодействуют спускаемый в составе колонны насосно-компрессорных труб (НКТ) ниппель с эластичными уплотнениями;
- б) безъякорный пакер с самоуплотняющимися манжетами.

Задачей создания пакерующих устройств было создание простых, недорогих и в то же время надежных устройств взамен существующих на рынке дорогостоящих механических пакеров. Разработанное оборудование успешно испытано в 36 скважинах.

Внедрение пакерующих устройств в скважинах малого диаметра, продемонстрировало: удобство применения, простоту и надежность конструкции, сокращение технологических операций, низкую стоимость в сравнении с традиционными пакерами.

**Ключевые слова:** коэффициент извлечения нефти, одновременно-раздельная добыча в скважинах малого диаметра эксплуатационная колонна, пакерующий элемент.