

DOI: 10.17122/ntj-oil-2019-4-9-18

УДК 532.5:553.98:622.676

С.А. Баталов, В.Е. Андреев (Государственное автономное научное учреждение «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», г. Уфа, Российская Федерация), **В.М. Лобанков** (Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская федерация), **Г.С. Дубинский, Р.Р. Хузин** (Государственное автономное научное учреждение «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», г. Уфа, Российская Федерация)

ЭКСТРЕМАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКОЙ НЕФТЕИЗВЛЕЧЕНИЯ ПО ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАНЫМИ. ЧАСТЬ 1. СИНТЕЗ ПОДСИСТЕМЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Sergey A. Batalov, Vadim E. Andreev (Institute of Strategic Researches of Bashkortostan Republic, State Autonomous Scientific Department, Ufa, Russian Federation), **Valeriy M. Lobankov** (Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation), **Gennadiy S. Dybinskiy, Rinat R. Khuzin** (Institute of Strategic Researches of Bashkortostan Republic, State Autonomous Scientific Department, Ufa, Russian Federation)

EXTREME REGULATION OF OIL TREATMENT DYNAMICS UNDER GEO-GEOPHYSICAL DATA. PART 1. SYNTHESIS OF AN EXTREME REGULATION SUBSYSTEM

Введение

В статье рассмотрен метод физической реализации процессов нефтеизвлечения при наиболее полной выработке пластов. Это связано с совершенствованием системы поддержания пластового давления (СППД) при совмещении режимов нефтевытеснения, исследований и тампонирования непродуктивных участков пластов.

Background

The article describes the method of physical feasibility of oil recovery processes with the most complete reservoir development. This is due to the improvement of the reservoir pressure maintenance system (SPPD) when combining oil displacement regimes, research and plugging of non-productive sections of the layers.

Цели и задачи

Повышение эффективности межскважинных исследований непродуктивных участков пластов и методов перенаправлений в них потоков флюидов при экстремальных регулирований по геолого-геофизическим данным.

Результаты

Требуемые условия совмещения подциклов исследований и тампонирувания непродуктивных участков пластов с подциклами оптимизации нефтевытеснения выполняются при интеграции подсистем автоматики СППД на основе геолого-геофизических исследований. Показано, что для найденной структуры подсистемы экстремального регулирования можно использовать переключаемые диапазоны дебитов в основе совершенствуемой дожимной установки УНОР. Тогда метрологические исследования сводятся к определению показателей быстродействия, «потери на рыскание», амплитуды колебаний на входе и выходе системы.

Aims and Objectives

Improving the efficiency of cross-well studies of unproductive sections of reservoirs and methods of redirection of fluid flows in them with extreme adjustments according to geological and geophysical data.

Results

The required conditions for combining research sub-cycles and plugging unproductive sections of reservoirs with sub-cycles to optimize oil displacement are performed while integrating the SPPD automation subsystems based on geological and geophysical studies. It is shown that for the found structure of the subsystem of extreme regulation, it is possible to use switchable ranges of flow rates as the basis of the improved OORP booster installation. Then metrological studies are reduced to the definitions of performance indicators, «yaw loss», the amplitude of oscillations at the input and output of the system.

Ключевые слова: подсистема экстремального регулирования; геолого-геофизические исследования; дебиты; скважина; погрешности измерений

Key words: extreme regulation subsystem; geological and geophysical surveys; flow rates; well; measurement errors

Введение

Работа посвящена исследованию проблем повышения добычи нефти [1] в структуре геолого-технологического комплекса (ГТК) и в частности решению задачи разработки методов трудноизвлекаемых запасов углеводородов (ТриЗУ), если их рассматривать с точки зрения совершенствования вторичных и третичных методов воздействия на пласт [2, 3].

Повышение нефтеотдачи пласта в непрерывной динамике фильтрующихся флюидов зависит от своевременного применения того или иного метода воздействия на него, а именно точностью используемых методов

геолого-геофизических исследований (ГГИ) [4]. В классическом подходе внутриблоковое разбуривание, перенаправление фильтрующихся потоков нерентабельны.

Предложенное академиком С.А. Христиановичем развитие моделей гидроразрыва пласта [5] при его заводнении в становлении современной теории гидромеханики нефтевытеснения значительно повысило нефтеотдачу. Для более полной выработки объема эксплуатационного объекта залежи начали использовать методы многократного гидроразрыва. Это характерно для современных методов добычи сланцевых углеводородов в США. Но их реализация оказывает катастрофическое воздействие на окружающую среду

из-за многократных гидроразрывов горных пород не только в сторону водоносных горизонтов, но и самой земной поверхности.

Разработана метатехнология добычи трудноизвлекаемых запасов углеводородов (ТРИЗУ) [6, 7]. Однако для ее реализации требуется совершенствование одной из сложных составляющих системы поддержания пластовых давлений (СППД) с экстремальными режимами процессов нефтеизвлечения из продуктивных пластов [8].

Постановка задач и цели исследований

Доступность задачи наиболее полной выработки объема эксплуатационного объекта на основе метатехнологии ТРИЗУ с разрывно-координатными управлениями [6, 7] выполняется, начиная с ранних стадий разработки нефтегазовых залежей (РНЗ).

В нефтепромысловой практике РНЗ используется автоматика дожимного насосного оборудования для переключения диапазонов закачиваемых непрерывно в пласт дебитов рабочих агентов (воды) [8]. Такая автоматика СППД используется для прогнозирования фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пласта, например, при создании контролируемых возмущений при гидропрослушивании скважин.

Отметим, что с использованием этой автоматики осуществляется пошаговое стягивание контуров нефтеносности в дискретном режиме, что не предотвращает образование целиков нефти.

В то же время на практике требуется совмещение упругих режимов нефтевытеснения с экстремальными жесткими режимами исследований и перенаправление траекторий трубок тока в пласте при нефтевытеснении. Это выполнимо только на основе синтеза подсистем экстремального регулирования (ПСЭР) и оптимального нефтевытеснения из продуктивного пласта [9, 10].

Класс методов синтеза СППД при этом расширяется, и данная работа как раз и посвящена решению этих задач. Показано, что решение расширенной задачи экстремального регулирования в рамках первой части дан-

ной работы приводит к необходимости создания не только достоверных схемных реализаций, но и совершенствованию метрологических показателей при геолого-геофизических исследованиях.

Исходя из целей совершенствования СППД первая часть работы посвящена созданию подсистемы экстремального регулирования продуктивным пластом при программно задаваемых давлениях на основе геолого-геофизических данных. Для достижения указанной цели использованы методы нефтепромысловой геологии, геофизики, метрологии и современной теории управления.

Определение параметров СППД с экстремальными режимами

Определение основных параметров СППД при реализации метатехнологии ТРИЗУ условно сводится к необходимости совмещения режимов нефтевытеснения с режимами исследований и тампонирувания непродуктивных удаленных участков каналов выработки пластов (КВП) [6, 7]. Сущность совмещения таких режимов сводится к реализации системы управления процессом нефтеизвлечения в динамике экстремального регулирования нефтеотдачей пласта [9, 10].

На рисунке 1 изображены временные диаграммы (в координатах времени и давлений), поясняющие реализуемость разработанной метатехнологии ТРИЗУ в подциклах СППД с разрывно-координатными управлениями КВП. Сущность представленного алгоритма наиболее полной выработки эксплуатационного объекта пласта рассматривается на примере взаимодействия одной пары (нагнетательной и добывающей) скважин. После первичного гидроразрыва (под давлением Ргидр) в одном из эксплуатационных объектов пласта КВП1 осуществляется вывод скважин в раннюю стадию РНЗ.

В данном представлении с начальных циклов непрерывных предварительных исследований $\tau_{ис.экс.цикл.i}^{непр.предl}$ ($i = \overline{1, n}$) осуществляется определение протяженности траектории КВП1.

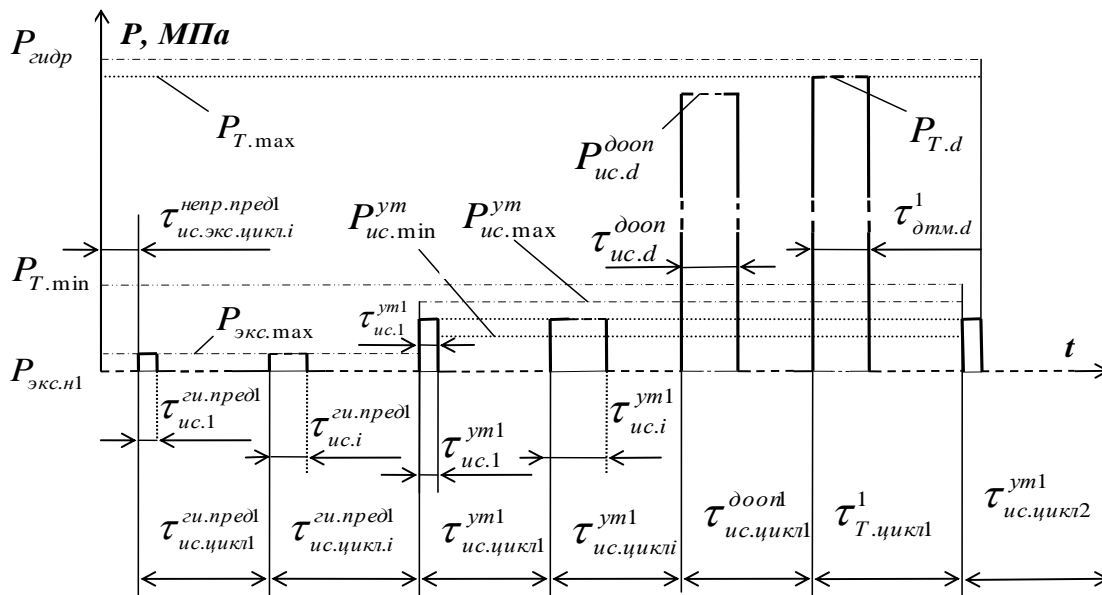


Рисунок 1. Временные диаграммы в реализации подциклов СППД

По данной технологии производится закачка порций трассирующих меток (ПТМ) в виде дистиллированной или соленой воды, очищенной нефти и др. При одном и том же номинальном давлении эксплуатации $P_{экс.н1}$ осуществляется закачка рабочего агента (воды) и ПТМ с различными квантами времени ($\Delta\tau$).

При переходе на промежуточные стадии РНЗ осуществляются гидроимпульсные циклы предварительных исследований удаленных участков КВП1. $\tau_{ис.цикл1}^{зи.предл}$

В данном случае доставка ПТМ в каждом подцикле исследований $\tau_{ис.цикл1}^{зи.предл}$ осуществляется при максимальном давлении эксплуатации КВП1 ($P_{экс.маx}$), соответствующем упругому режиму.

В этом случае при каждой паузе следования импульсов с квантом времени ($\Delta\tau$) осуществляется режим оптимизации нефтевытеснения при номинальном давлении $P_{экс.н1}$.

Реализация этой технологии совместно с вторичными и третичными методами воздействия на КВП1 обеспечивает определение координат фронта обводненности.

При переходе к поздней стадии РНЗ осуществляются циклы уточненных исследований $\tau_{ис.цикл1}^{ум1}$ координат окрестностей непродуктивных участков (Δl) траектории КВП1 в жестком режиме. Доставка ПТМ осуществляется через кванты $\Delta\tau$ при давлении $P_{ум.ис} > P_{экс.маx}$ до фронта обводненности. В паузах таких импульсных последовательностей следует оптимизационный режим нефтевытеснения.

По мере завершения поздней стадии РНЗ осуществляются циклы доопределения исследований $\tau_{ис.цикл1}^{дооп}$ окрестностей удаленных непродуктивных интервалов КВП1 при давлении доставки ПТМ $P_{дооп.ис} > P_{ум.ис}$.

Такое одноцикловое исследование предшествует циклу тампонирования $\tau_{отм.д}^1$ близлежащей точки d к нагнетательной сква-

жине в одноцикловом условии доставки порции тампонирующего раствора под давлением $P_{T.min} < P_{uc.d}^{доп} < P_{T.d} \cong P_{T.max} < P_{зидр}$ для обеспечения эволюционного развития КВП1 в 3D пространстве.

В конкретных примерах применения метатехнологии ТриЗУ [6, 7] рассматриваются расчеты тампонирующих точек d в зависимости от изменений статических и динамических погрешностей определения окрестностей непродуктивных интервалов. Приводятся различные сочетания зависимостей Дююи-Форхгеймера, Пуайзеля, Пуассона и Буссинеска по отношению к координатам фронтов обводненностей в траекториях КВП, уточняющих местоположение координат окрестностей межскважинных непродуктивных участков. Поэтому для физической реализации метатехнологии ТриЗУ осуществляется совершенствование не только условий оптимизации нефтевытеснения, но и определяется достоверность результатов синтеза ПСЭР.

Структурно-функциональная организация ПСЭР

Особенностью системы экстремального регулирования являются априори неизвестные, относительно медленные трансформации (дрейф) характеристик технологического объекта. Поэтому данные системы развивались как поисковые системы, в которых недостаток априорной информации восполнялся за счет текущей информации в виде реак-

ций объекта на вводимые поисковые (пробные или тестовые) воздействия.

Экстремальные системы применяются, когда необходимо, чтобы какой-либо параметр соответствовал экстремальному значению (минимуму или максимуму). В этом случае критерий оптимальности определяется не выбранным функционалом, а свойствами объекта (что является их отличительным признаком от оптимальных систем). Особенностью экстремальных систем является наличие экстремальной характеристики технологического объекта управления (ОУ). Характеристика зависит от входных сигналов и в процессе работы может изменяться непредвиденным образом (сохраняя при этом экстремальный вид). Здесь задача управления состоит в том, чтобы сигналы на входе ОУ обеспечивали его работу в экстремальном режиме. Основным в классификации экстремальных систем является разделение на типы по способам поиска: с запоминанием экстремума; с измерением производной; шагового (импульсного) типа; с синхронным детектированием.

В результате создана структура ПСЭР на основе устройства для самовыключения после достижения экстремума с последующим включением через заданные промежутки времени (рисунок 2).

Изображенная схема содержит устройство поискового экстремума (УПЭ), управляющего гидропривода (УГП), объекта управления (ОУ) и информационно-управляющей системы (ИУС).

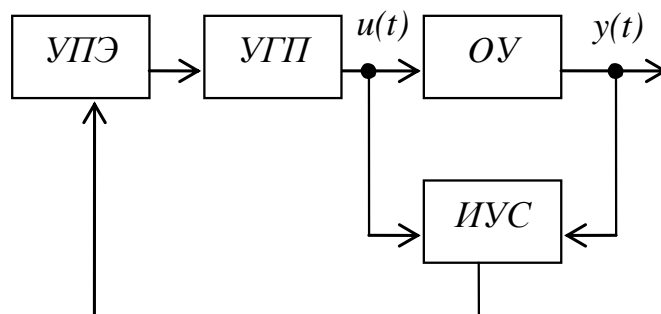


Рисунок 2. Обобщенная структурная схема ПСЭР

Для приведенной схемы в качестве ОУ используется управляемая насосная установка (УНУ), для которой входная нитка трубопровода от кустовой насосной станции условно не обозначена. Поэтому отсутствует и обозначение установки датчиков ИУС на входной нитке трубопровода УНУ.

ИУС включает датчики давления, температуры, расхода, влажности и радиоактивного контроля концентрации радиоизотопов как порций трассирующих меток.

Цифровые сигналы датчиков с выходов ИУС поступают на двухдекадный последовательный регистр сдвига в УПЭ, где с каждым циклом функционирования сравниваются в цифровых блоках больших «>» («<» меньших) величин уставок.

В динамике процесса экстремального регулирования смена последовательности наибольших величин «>» на наименьшие «<» служит основой выработки управляющего сигнала на вход контроллера УГП. Контроллер УГП выделяет управляющий сигнал для гидропривода УНУ в ОУ.

Следуя принципу типизации и стандартизации, в качестве управляемого ОУ рассматривались различные типы насосного оборудования.

Из отечественных насосных установок (центробежных ЦНС-80, ЦНС-60 и др., их погружных типов УЭЦН, объемных плунжерных насосов АНТ-90, АНТ-150) для этих целей выделяется регулируемая насосная установка типа УНОР [9]. Она состоит из информацион-

но-управляющей, насосной и приводной частей.

К основным техническим характеристикам УНОР относятся:

- а) производительность ($\text{м}^3/\text{сут}$) - 25; 50; 100; 250; 500; 1000;
- б) давление на приеме (МПа) - 0...16;
- в) максимальный напор (м) - 600; 1000; 1600; 2100; 3000; 3500;
- г) вес (кг) - 700.

Таким образом, решение задачи совершенствования ПСЭР сводится к выбору наиболее приемлемой установки УНОР в совокупности с УНУ (ОУ) и УГП. Такой выбор обеспечивает программно-аппаратную реализацию алгоритма метатехнологии по схеме, представленной на рисунке 1.

Обсуждение результатов

Для получения заведомо функционирующей ПСЭР ее можно оценивать по устойчивости и по качеству регулирования [10], а также помехоустойчивости используемой ИУС [4].

В связи с тем, что в основе ПСЭР лежат поисковые движения, а априорная информация является неполной, то вопросы ее устойчивости являются наиболее актуальными по сравнению с системой оптимизации нефтевытеснения. При этом вертикальный и горизонтальный дрейфы ПСЭР напрямую зависят от показателей точности используемых датчиков в ИУС (рисунок 3).

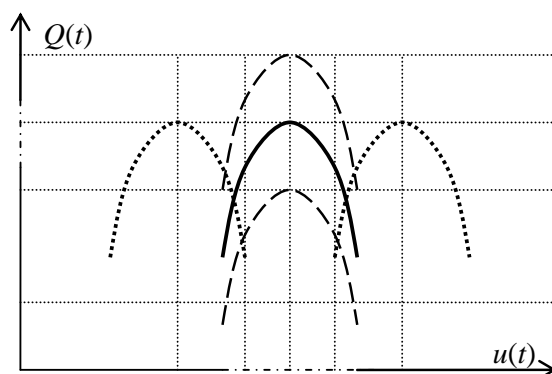


Рисунок 3. Графическая интерпретация влияния дрейфа на устойчивость ПСЭР

К показателям качества относят время поиска (быстродействие), «потери на рыскание» (когда в окрестностях экстремума происходят установившиеся колебания), а также амплитуды колебаний на входе и выходе ОУ.

Методика оценки качества работы ПСЭР заключается в следующем.

В устройстве управления порог срабатывания ε_0 определяется функциональными возможностями УПЭ по результатам измерений ИУС, а исполнительное устройство реализует интегрирующее звено.

Уравнение переключения, определяющее отклонение u от экстремального значения, имеет вид

$$\frac{d}{dt} y[u(t)] = \varepsilon_0.$$

Так как в рассматриваемой системе $du/dt = \pm c$, то уравнение переключения получается следующим:

$$\pm c dy/du = \varepsilon_0.$$

При аппроксимации экстремальной характеристики зависимостью $y = ku^2$ уравнение переключения принимает вид

$$\pm 2cku = \varepsilon_0.$$

В результате получается соотношение

$$|u_{\max}| = \varepsilon_0 / 2c_0k.$$

В данном случае период колебаний - это время, за которое сигнал u изменяется от u_{\max} до u_{\min} и вновь до u_{\max} : $Tk = (2\varepsilon_0)/(kc^2)$.

При этом потери на поиск определяются выражением

$$R = \frac{1}{u_{\max} - u_{\min}} \int_{u_{\min}}^{u_{\max}} [y(u) - y(\bar{u})] du = \varepsilon^2 / (12kc^2),$$

где $y(\bar{u})$ - экстремальное значение сигнала, равное 0 в рассматриваемом случае.

Кроме отмеченных особенностей, определяемая помехоустойчивость ПСЭР в значительной степени зависит от приведенных погрешностей используемой аппаратуры ИУС [4], а также и от методических погрешностей процесса нефтевытеснения [7].

Исходя из этого следует, что основой метода уменьшения влияния инерционности объекта экстремального регулирования является необходимость учета медленно изменяющейся фильтрации флюидов, исчисляемого сантиметрами за сутки.

Кроме того, для разных типов залежей углеводородов отмечаются различные фильтрационно-емкостные свойства их пластов-коллекторов. И здесь как раз предусматривается демпфирующий эффект усредненной величины глубинных дебитов приемистостей.

Этот эффект проявляется также за счет больших протяженностей нитки трубопровода от установки УНОР до устьевого оборудования, а также от устья и до интервала перфорации.

Основным достоинством в технической реализации СППД является использование единого серийно-выпускаемого дожимного насосного оборудования УНОР [9].

Преимущество состоит в том, что в конструкцию контроллера УНОР добавляются лишь программные модули системы оптимизации и экстремального регулирования.

Выводы

1. В физической реализации метатехнологии ТриЗУ требуется совершенствование СППД на основе дожимного насосного оборудования УНОР с пошаговыми переключениями закачиваемых дебитов рабочего агента. Показано, что при использовании существующих диапазонов можно организовать структуру подсистемы оптимизации нефтевытеснения (ПСОН) для непрерывного нефтевытеснения, а при дискретно переключаемых поддиапазонах - режимов исследований и тампонирувания непродуктивных участков пластов на основе ПСЭР.

2. Структурный синтез ПСЭР может обеспечить выработку требуемых приращений дебитов рабочих агентов с порциями

трассирующих меток и тампонажного материала на основе анализа методических погрешностей геологических параметров пласта и аппаратурных погрешностей используемой геофизической аппаратуры.

3. Нефтепромысловая метрология исследований параметров и характеристик ПСЭР основана на анализе показателей качества, к которым относятся время поиска (характеристика быстрогодействия), «потери на

рыскание» (когда в окрестностях экстремума происходят установившиеся колебания), а также амплитуды колебаний на входе и выходе ОУ, позволяющих выявить реальные величины квантов времени и пластовых давлений.

Рассмотренные методы синтеза ПСЭР служат основой интеграции совершенствуемой ПСОН, излагаемые во второй части работы.

Список литературы

1. Crichlow H.B. *Modern Reservoir Engineering - a Simulation Approach*. New Jersey, School of Petroleum and Geological Engineering University of Oklahoma, 1979. 303 p.
2. Андреев В.Е., Котенев Ю.А., Хузин Р.Р. Освоение трудноизвлекаемых запасов нефтяных месторождений с применением энерго- и ресурсосберегающих технологий. Уфа: Гилем, 2011. 352 с.
3. Dubinsky G.S. About the Response of Fractal Structures of Fluid-Saturated Reservoir Rocks under Wave Impact on Them // *The Collection of Scientific Papers. The Development of Science in the 21st Century: Natural and Technical Sciences*. Ron Bee & Associates. New York, 2015. P. 51-56. DOI: 10.17809/06(2015)-06.
4. Lobankov V.M., Sviatokhin V.N. Measurements in Petroleum Geology and Geophysics // *6th EAGE Saint-Petersburg International Conference and Exhibition Session: Well Logging and Core Analysis*. 2014. DOI: 10.3997/2214-4609.20140244.
5. Христианович С.А., Желтов Ю.П. О гидравлическом разрыве нефтеносного пласта // *Известия Академии наук СССР. Отделение технических наук*. 1955. № 5. С. 3-41.
6. Пат. 2628343 РФ, МКИ Е 21 В 43/20. Способ выработки пластов с трудноизвлекаемыми запасами углеводородов / С.А. Баталов, В.Е. Андреев, Г.С. Дубинский, Р.Р. Хузин. 2015126116, Заявлено 30.06.2015, Опубл. 16.08.2017. Бюл. 23.
7. Batalov S.A. Modeling of the Initial Parameters in the Adjustment of an Oil Recovery Process Control System. Part 2. Determination of Limits on the Vectors of the State Variables and Disturbances // *Chemical and Petroleum Engineering*. 2016. № 52(7). С. 452-459. DOI: 10.1007/s10556-016-0213-6. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10556-016-0213-6>. (дата обращения: 15.05.2018).
8. Хузин Р.Р. Геотехнологические основы освоения трудноизвлекаемых запасов мелких сложнопостроенных месторождений нефти. Самара: Нефть. Газ. Новации, 2012. 384 с.

References

1. Crichlow H.B. *Modern Reservoir Engineering - a Simulation Approach*. New Jersey, School of Petroleum and Geological Engineering University of Oklahoma, 1979. 303 p.
2. Andreev V.E., Kotenev Yu.A., Khuzin R.R. *Osvoeni trudoizvlekaemih zapasov neftnih mestjrozhdeniy s primeneniem energo- / resyrsozberegajchih tehnologij* [Development of Hard-To-Recover Reserves of Oil Fields using Energy- and Resource-Saving Technologies]. Ufa, Gilem Publ., 2011. 352 p. [in Russian].
3. Dubinsky G.S. About the Response of Fractal Structures of Fluid-Saturated Reservoir Rocks under Wave Impact on Them. *The Collection of Scientific Papers. The Development of Science in the 21st Century: Natural and Technical Sciences*. Ron Bee & Associates. New York, 2015. pp. 51-56. DOI: 10.17809/06(2015)-06.
4. Lobankov V.M., Sviatokhin V.N. Measurements in Petroleum Geology and Geophysics. *6th EAGE Saint-Petersburg International Conference and Exhibition Session: Well Logging and Core Analysis*. 2014. DOI: 10.3997/2214-4609.20140244.
5. Hristianovich S.A., Jeltov Yu.P. О гидравлическом разрыве нефтеносного пласта [On Hydraulic Oil Reservoir is Broken]. *Izvestiya Akademii nauk SSSR. Otdelenie tekhnicheskikh nauk - News of the USSR Academy of Sciences. Department of Technical Sciences*, 1955, No. 5, pp. 3-41. [in Russian].
6. Batalov S.A., Andreev V.E., Dubinsky G.S., Khuzin R.R. *Sposob vyrabotki plastov s trudoizvlekaemymi zapasami uglevodorodov* [Method of Producing Seams with Hard-To-Recover Hydrocarbon Reserves]. Patent RF, No. 2628343, 2017. [in Russian].
7. Batalov S.A. Modeling of the Initial Parameters in the Adjustment of an Oil Recovery Process Control System. Part 2. Determination of Limits on the Vectors of the State Variables and Disturbances. *Chemical and Petroleum Engineering*, 2016, No. 52 (7), pp. 452-459. DOI: 10.1007/s10556-016-0213-6. Availa-

9. Энциклопедия кибернетики. Т. 2. Киев: Украинская советская энциклопедия, 1975.

10. Баталов С.А. Автоматическое управление техническими системами. Уфа: УГАЭС, 2007. 300 с.

ble at: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10556-016-0213-6> (accessed 15.05.2018).

8. Khuzin R.R. *Geotekhnologicheskie osnovy osvoeniya trudnoizvlekaemykh zasobov melkikh slozhnopostroyennykh mestorozhdenii nefiti* [Geotechnological Basis for the Development of Tightly Recoverable Small Oil Fields]. Samara, Oil. Gas. Innovations, 2012. 384 p. [in Russian].

9. *Entsiklopediya kibernetiki. T. 2.* [Encyclopedia of Cybernetics. Vol. 2.]. Kiev, Ukrainian Soviet encyclopedia, 1975. [in Russian].

10. Batalov S.A. *Avtomaticheskoe upravlenie tekhnicheskimi sistemami* [Automatic Control Technology Systems]. Ufa, UGAES, 2007. 300 p. [in Russian].

Авторы

• Баталов Сергей Алексеевич, канд. техн. наук, доцент
Государственное автономное научное учреждение «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»
Центр исследования реального сектора экономики
Ведущий научный сотрудник лаборатории нефтегазовых исследований
Российская Федерация, 450075, г. Уфа, пр. Октября, 129/3
тел. (347) 284-36-95
e-mail: geoavtsyst@mail.ru

• Андреев Вадим Евгеньевич, д-р техн. наук, профессор
Государственное автономное научное учреждение «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»
Центр исследования реального сектора экономики
Заведующий лабораторией нефтегазовых исследований
Российская Федерация, 450075, г. Уфа, пр. Октября, 129/3
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Профессор кафедры «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
тел. (347) 284-36-95
e-mail: intnm@ya.ru

The Authors

• Batalov Sergey A., Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
Institute of Strategic Researches of Bashkortostan Republic,
State Autonomous Scientific Department
Centre of Real Sector of Economics
Leading Researcher of Oil and Gas Research Laboratory
129/3, October ave., Ufa, 450075,
Russian Federation
tel: (347) 284-36-95
e-mail: geoavtsyst@mail.ru

• Andreev Vadim E., Doctor of Engineering Sciences, Professor
Institute of Strategic Researches of Bashkortostan Republic,
State Autonomous Scientific Department
of Centre of Real Sector of Economics
Head of Oil and Gas Research Laboratory
129/3, October ave., Ufa, 450075,
Russian Federation
Ufa State Petroleum Technological University
Professor of Geology and Exploration of Oil and Gas Field Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
tel: (347) 284-36-95
e-mail: intnm@ya.ru

• Лобанков Валерий Михайлович, д-р техн. наук, профессор
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Заведующий кафедрой «Геофизика»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
e-mail: VM@mail.ru

• Lobankov Valeriy M., Doctor of Engineering Sciences, Professor
Ufa State Petroleum Technological University
Head of Geophysics Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: VM@mail.ru

• Дубинский Геннадий Семенович, канд. техн. наук, доцент
Государственное автономное научное учреждение «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»
Центр исследования реального сектора экономики
Ведущий научный сотрудник лаборатории нефтегазовых исследований
Российская Федерация, 450075, г. Уфа, пр. Октября, 129/3
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Доцент кафедры «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
тел. (347) 284-36-95
e-mail: intnm@ya.ru

• Dubinskiy Gennadiy S., Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
Institute of Strategic Researches of Bashkortostan Republic,
State Autonomous Scientific Department
Centre of Real Sector of Economics
Leading Researcher of Oil and Gas Research Laboratory
129/3, October ave., Ufa, 450075,
Russian Federation
Ufa State Petroleum Technological University
Assistant Professor of Geology and Exploration of Oil and Gas Field Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
tel: (347) 284-36-95
e-mail: intnm@ya.ru

• Хузин Ринат Раисович, доктор технических наук
Государственное автономное научное учреждение «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»
Главный научный сотрудник
Российская Федерация, 450075, г. Уфа, пр. Октября, 129/3
e-mail: intnm@ya.ru

• Khuzin Rinat R., Doctor of Engineering Sciences
Institute of Strategic Researches of Bashkortostan Republic,
State Autonomous Scientific Department
Chief Researcher
129/3, October ave., Ufa, 450075,
Russian Federation
e-mail: intnm@ya.ru