



**ВНИИОЭНГ**



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

# НЕФТЕПРОМЫСЛОВОЕ ДЕЛО

OILFIELD  
ENGINEERING

12(624).2020



Открытое акционерное общество  
"Всероссийский научно-исследовательский институт организации,  
управления и экономики нефтегазовой промышленности"  
(ОАО "ВНИИОЭНГ")



ЛАУРЕАТ  
ЗОЛОТОЙ МЕДАЛИ SPI  
ПАРИЖ ФРАНЦИЯ

НАГРАЖДЕН ПАМЯТНЫМ ЗНАКОМ  
"ЗОЛОТОЙ ИМПЕРИАЛ"  
ЗА АКТИВНОЕ УЧАСТИЕ  
В МЕЖДУНАРОДНЫХ ВЫСТАВКАХ  
И ЯРМАРКАХ

Журнал основан в 1965 г.

Выходит 12 раз в год

# Научно-технический журнал **НЕФТЕПРОМЫСЛОВОЕ ДЕЛО**

**12(624)•2020**

**Декабрь/December**

**Scientific-technical journal**  
**OILFIELD ENGINEERING**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор

**Михайлов Н.Н.** – д. т. н., профессор РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва;

Зам. главного редактора

**Астахова А.Н.** – к. т. н., главный менеджер ОАО "ВНИИОЭНГ", г. Москва;

**Антипова И.А.** – с. н. с. ОАО "ВНИИОЭНГ", г. Москва;

**Валовский В.М.** – д. т. н., профессор, советник дирекции Татарского научно-исследовательского и проектного института нефти ПАО "Татнефть" имени В.Д. Шашина по технике и технологии в разработке нефтяных месторождений, г. Бугульма;

**Велиев Н.А.** – д. т. н., профессор, академик Азербайджанской инженерной академии, начальник Департамента науки, техники и нанотехнологий SOCAR (Азербайджан), г. Баку;

**Габибов И.А.** – д. т. н., профессор, зав. кафедрой АГУНП, г. Баку;

**Гавура В.Е.** – д. г.-м. н., главный эксперт ОАО "Всероссийский научно-исследовательский институт нефти имени А.Н. Крылова", г. Москва;

**Григулецкий В.Г.** – д. т. н., профессор РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, г. Москва;

**Дарищев В.И.** – к. т. н., зам. генерального директора по науке и инновационной деятельности ОАО "РИТЭК", г. Москва;

**Зейналов Р.Р.** – д. т. н., доцент, академик Азербайджанской инженерной академии, генеральный директор "Инновационно-производственного Центра" (Азербайджан), г. Баку;

**Золотухин А.Б.** – д-р техн. наук, профессор, академик международной академии наук Евразии, академик международной технологической академии, академик норвежской научной академии полярных исследований (Норвегия);

**Муслимов Р.Х.** – д. т. н., консультант Президента РТ по вопросам разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений, профессор Казанского (Приволжского) федерального университета, г. Казань;

**Салаватов Т.Ш.** – д. т. н., профессор, академик РАЕН, зав. кафедрой "Разработка нефтяных и газовых месторождений" АГУНП, г. Баку;

**Сафин С.Г.** – д. т. н., профессор, эксперт Федерального реестра научно-технической сферы Минобрнауки РФ, г. Архангельск;

**Хисамов Р.С.** – д. г.-м. н., главный геолог ПАО "Татнефть", г. Альметьевск;

**Хисамутдинов Н.И.** – д. т. н., профессор, заместитель директора по научной работе ООО НПО "Нефтегазтехнология", г. Уфа

Ведущие редакторы: **А.Н. Астахова, И.А. Антипова**

Компьютерный набор: **В.В. Васина**

Компьютерная верстка: **Е.В. Кобелькова**

Корректор: **Н.В. Шуликина**

Переводчик: **О.М. Бисярину**

Индекс журнала:

58503 — по каталогу Агентства "Роспечать",

10336 — по объединенному

10337 каталогу "Пресса России".

Подписано в печать 02.11.2020.

Формат 84×108 1/16. Бумага офсетная. Тираж 1500 экз.

Цена свободная. ОАО "ВНИИОЭНГ" № 6355.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОНЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

|                                                                                                                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Ахапкин М.Ю., Афанаскин И.В., Глушаков А.А., Чен-лессон Ю.Б., Королев А.В.</b> Разработка нефтяных залежей с развитием процесса доуплотнения пласта.....                                                                | 5  |
| <b>Юдин В.А., Вольпин С.Г., Ефимова Н.П., Афанаскин И.В.</b> Особенности кривой стабилизации давления в скважине, расположенной в зоне динамического влияния разлома.....                                                  | 15 |
| <b>Афанаскин И.В., Вольпин С.Г., Штейнберг Ю.М., Ломакина О.В., Солопов Д.В.</b> Тестирование подхода к мультискважинной деконволюции с использованием CRM-моделей на примере зонально-неоднородной замкнутой залежи ..... | 23 |
| <b>Афанаскин И.В., Вольпин С.Г., Штейнберг Ю.М., Ломакина О.В., Солопов Д.В.</b> Мультискважинная деконволюция с использованием CRM-модели на примере залежи нефти пластового типа.....                                    | 29 |

МЕТОДЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ И ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Боксерман А.А., Вольпин С.Г., Миронов Д.Т.</b> Эффективность применения термогазового метода увеличения нефтеотдачи для различных геолого-физических условий ..... | 37 |
| <b>Ратникова Е.А., Телков В.П.</b> Влияние скорости осаждения пропанта на продуктивность скважины при проведении гидроразрыва пласта .....                            | 46 |
| <b>Алали Валид, Еремин Н.А.</b> Применение методов имитационного моделирования для прогнозирования газового и полимерного воздействия на месторождениях Сирии .....   | 51 |

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАСТОВ И СКВАЖИН

|                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Крыганов П.В., Бахмутский М.Л., Вольпин С.Г., Афанаскин И.В.</b> Выявление целиков остаточной нефти в межскважинном пространстве с помощью гидродинамических исследований скважин ..... | 56 |
| <b>Никитин А.В., Каллин И.В., Ольховская В.А., Роцин П.В., Киреев И.И.</b> Учет неньютоновских свойств высоковязкой нефти в процессе гидродинамического моделирования.....                 | 64 |

КОРРОЗИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

|                                                                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Маркин А.Н., Маркин И.А.</b> Расчет максимальной скорости локальной коррозии трубопроводов систем сбора нефти по данным весовых измерений, получаемым с помощью образцов контроля коррозии ..... | 70 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Перечень статей, опубликованных в НТЖ "Нефтепромысловое дело" в 2020 году ..... | 74 |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|

## CONTENT

## DEVELOPMENT OF OIL AND GAS-OIL FIELDS

- Akhapkin M.Yu., Afanaskin I.V., Glushakov A.A., Chen-len-son Yu.B., Korolev A.V.** Oil deposits development along with development of a reservoir additional compaction process..... 5
- Yudin V.A., Volpin S.G., Efimova N.P., Afanaskin I.V.** Some features of pressure stabilization curve in the well located in the fault's dynamic influence zone ..... 15
- Afanaskin I.V., Volpin S.G., Shtejnberg Yu.M., Lomakina O.V., Solopov D.V.** Testing of the approach to the multi-well deconvolution, applying CRM-models on the example zonal-heterogeneous closed reservoir..... 23
- Afanaskin I.V., Volpin S.G., Shtejnberg Yu.M., Lomakina O.V., Solopov D.V.** Multi-well deconvolution using CRM-models, which was based on layer type oil saturated reservoir example ..... 29

## METHODS OF PRODUCING EFFECT ON A DEPOSIT AND RAISING OIL RECOVERY

- Bokserman A.A., Volpin S.G., Mironov D.T.** Application efficiency of the thermal-gas enhanced oil recovery method for different reservoir conditions..... 37
- Ratnikova E.A., Telkov V.P.** The influence of the proppant sedimentation rate on the productivity of the well during hydraulic fracturing of a formation ..... 46
- Alali Walid, Eremin N.A.** Application of simulation methods for forecasting gas and polymer impact on the fields of Syria..... 51

## RESEARCH OF FORMATIONS AND WELLS

- Kryganov P.V., Bakhmutsky M.L., Volpin S.G., Afanaskin I.V.** Bypassed oil zones identification in interwell space by welltest application ..... 56
- Nikitin A.V., Kallin I.V., Olkhovskaya V.A., Roshchin P.V., Kireev I.I.** Accounting of heavy oil non newtonian properties in the process of hydrodynamic simulation..... 64

## CORROSION AND ENVIRONMENT PRESERVATION

- Markin A.N., Markin I.A.** Calculation of maximum local corrosion rate in pipelines of oilgathering systems according to the data of weight measurements obtained by means of corrosion control samples ..... 70

List of articles, published in Scientific-Technical Journal "Oilfield engineering" in 2020 ..... 74

## EDITORIAL BOARD:

## Chief Editor

**Mikhailov N.N.** – Doc. of techn. sciences, Professor of National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow;

## Deputy Chief Editor

**Astakhova A.N.** – Cand. of techn. sciences, General Manager of JSC "VNIOENG", Moscow;

**Antipova I.A.** – senior research employee, JSC "VNIOENG", Moscow;

**Valovsky V.M.** – Doc. of techn. sciences, Professor, Adviser on technique and technology applied in oil fields development of the Directorship of Tatar Scientific-Research and Design Institute of Oil of JSC "TatNIPneft" named after V.D. Shashin, Bugulma;

**Veliev N.A.** – Doc. of techn. sciences, Professor, Academician of the Azerbaijan Engineering Academ, Head of the Department of State Oil Company of Azerbaijan Republic (SOCAR), Baku;

**Gabibov I.A.** – Doc. of techn. sciences, Professor, Head of the Chair of the Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku;

**Gavura V.E.** – Doc. of geol.-min. sciences, Chief expert of JSC "Krylov All-Russian Scientific-Research Institute of Oil", Moscow;

**Griguletsky V.G.** – Doc. of techn. sciences, Professor of National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow;

**Darishchev V.I.** – Cand. of techn. sciences, Chief of the Department of "Scientific-Technical Development" of JSC "RITEK", Moscow;

**Zeinalov R.R.** – Doc. of techn. sciences, Assistant professor, Academician of the Azerbaijan Engineering Academy, General Director of the "Innovation and Production Center, Baku;

**Zolotukhin A.B.** – Dr. of tech. sci., Professor, Academician of the international Academy of Sciences of Eurasia, Academician of the international Academy of technology, Academician of the Norwegian scientific Academy of polar research (Norway);

**Muslimov R.Kh.** – Doc. of techn. sciences, adviser of the President of the Tatarstan Republic on the problems of oil and gas fields development, Professor of Kazan (Pre-Volga) Federal University, Kazan;

**Salavatov T.Sh.** – Doc. of techn. sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Head of the Chair "Development of Oil and Gas fields" of the Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku;

**Safin S.G.** – Doc. of techn. sciences, Professor, expert of the Federal Register of research-technical activity of the RF Ministry of Education and Science, Arkhangelsk;

**Khisamov R.S.** – Doc. of geol.-min. sciences, chief geologist of JSC "Tatneft", Almetevsk;

**Khisamutdinov N.I.** – Doc. of techn. sciences, Professor, Scientific Adviser of "Neftegaztehnologiya, Ltd." Scientific-Production Association, Ufa.

Managing editor: A.N. Astakhova, I.A. Antipova

Computer set: V.V. Vasina

Computer imposition: E.V. Kobelkova

Corrector: N.V. Shulikina

Translator: O.M. Bisyarina

Index magazine:

58503 – As per Catalogue of "Federal Agency on Press and Mass Communications",

10336 – As per the joint Catalogue

10337 of "Press of Russia"

Signed in print 02.11.2020.

The format of the publication 80×108 1/16. Paper offset.

Edition 1500 copy. Free price. JSC "VNIOENG" № 6355.



Учредитель журнала – ОАО "ВНИИОЭНГ"

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций РФ от 04.04.2002 г. Пер. № ПИ 77-12336.

Решением Президиума ВАК Министерства образования и науки РФ НТЖ "Нефтепромысловое дело" включен в "Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук".

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

#### **НТЖ "Нефтепромысловое дело"**

входит в международную реферативную базу данных и систему цитирования Chemical Abstracts.

Издательство ОАО "ВНИИОЭНГ" всем научным статьям, публикуемым в журнале, присваивает индекс DOI – The Digital Object Identifier (DOI).

#### **Вниманию авторов!**

При ссылке на статьи, которые имеют индекс DOI, рекомендуется в списке литературы указывать этот индекс.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за соблюдение принципов научной этики и достоверность приведенных сведений.

Мнение редакционной коллегии не всегда совпадает с мнением автора материала.

Адрес редакции: 117420, г. Москва, ул. Наметкина, д. 14, корп. 2.

Тел. редакции: (495) 332-00-35, 332-00-49.  
Факс: (495) 331-68-77.

Адрес электронной почты:  
vniioeng@vniioeng.ru

Типография "Принт Ю"  
109202, г. Москва, ул. 1-я Фрезерная, д. 2/1,  
стр. 1, технопарк "Иткол"

© ОАО "ВНИИОЭНГ", 2020

При перепечатке материала ссылка на издание обязательна.

#### **Редакционный совет научно-технических журналов, издаваемых ОАО "ВНИИОЭНГ"**

Лачков А.Г. – генеральный директор ОАО "ВНИИОЭНГ" (председатель),

Абрамов Г.С. – д. э. н., к. т. н. ТК 024 "Метрологическое обеспечение добычи и учета углеводородов",

Близнюков В.Ю. – д. т. н., начальник управления технологической экспертизы Экспертно-аналитической группы ПАО "НК "Роснефть",

Быков И.Ю. – д. т. н., профессор, зав. кафедрой Ухтинского государственного технического университета,

Валовский В.М. – д. т. н., профессор, советник дирекции Татарского научно-исследовательского и проектного института нефти ПАО "Татнефть" имени В.Д. Шашина по технике и технологии в разработке нефтяных месторождений,

Дмитриевский А.Н. – д. т. н., академик РАН, научный руководитель Института проблем нефти и газа РАН,

Ивановский В.Н. – д. т. н., профессор, зав. кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,

Захаров Е.В. – д. г.-м. н., зав. отделом ООО "Газпром ВНИИГАЗ",

Зубченко А.В. – д. б. н., профессор, старший научный сотрудник ФГУП "Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии имени Н.М. Книповича",

Карпов В.А. – д. т. н., зам. директора ФГБУН "Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН",

Кершенбаум В.Я. – д. т. н., профессор, генеральный директор Национального института нефти и газа, зав. кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,

Кошелев А.Т. – д. т. н., профессор НЦ НВМТ РАН,

Мастепанов А.М. – д. э. н., руководитель Аналитического центра энергетической политики и безопасности, зам. директора Института проблем нефти и газа РАН,

Оганов С.А. – д. т. н., профессор, зав. отделом ОАО "ВНИИОЭНГ",

Поляков В.Н. – д. т. н., профессор, главный научный сотрудник НИИ повышения нефтеотдачи пластов АН Республики Башкортостан,

Потапов А.Г. – д. т. н., профессор, зам. директора Центра разработки, эксплуатации месторождений природных газов и бурения скважин, ООО "Газпром ВНИИГАЗ",

Спиркин В.Г. – д. т. н., профессор РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,

Слепян М.А. – д. э. н., к. т. н., генеральный директор ООО НПФ "Нефтеавтоматика",

Хисамов Р.С. – д. г.-м. н., главный геолог ПАО "Татнефть",

Шмаль Г.И. – к. э. н., президент Союза нефтегазопромышленников

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГАЗОВОГО И ПОЛИМЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ СИРИИ

Алали Валид<sup>1</sup>, Н.А. Еремин<sup>1,2</sup><sup>(1</sup>РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, <sup>2</sup>Институт проблем нефти и газа РАН)

Статья посвящена исследованию методов имитационного моделирования, которые можно применить для прогнозирования газового и полимерного воздействия. Проанализированы существующие методы прогнозирования, представлена сравнительная характеристика методов.

На основании проведенного обзора осуществлен выбор метода прогнозирования, а также представлена возможность использования нейронных сетей для прогноза. Приведена модель нейронной сети для прогнозирования.

**Ключевые слова:** прогнозирование; газовое воздействие; полимерное воздействие; моделирование; агенты; нейронная сеть.

DOI: 10.30713/0207-2351-2020-12(624)-51-55

## APPLICATION OF SIMULATION METHODS FOR FORECASTING GAS AND POLYMER IMPACT ON THE FIELDS OF SYRIA

Alali Walid<sup>1</sup>, N.A. Eremin<sup>1,2</sup><sup>(1</sup>National University of Oil and Gas "Gubkin University", <sup>2</sup>Institute of Oil and Gas Problems of the Russian Academy of Sciences)

The paper is devoted to the study of simulation modeling methods that can be applied to predict gas and polymer impact. The existing forecasting methods are analyzed and the comparative characteristics of the methods are presented.

Based on the review, the choice of the forecasting method was carried out, and the possibility of using neural networks for forecasting was presented. A neural network model to be applied for forecasting of gas and polymer impact is presented.

**Keywords:** forecasting; gas impact; polymer impact; modeling; agents; neural network.

К настоящему времени уже исследовано множество моделей прогнозирования залежей.

Основными из них являются:

1. Методика Меркуловой – Гинзбурга [1], согласно которой характеристики обводнения выглядят следующим образом:

$$\begin{cases} x = \frac{Q_{\text{нв}} + Q_{\text{в}}}{Q_{\text{нвк}} + Q_{\text{вк}}}, \\ y = \frac{Q_{\text{нв}}}{Q_{\text{нв}} + Q_{\text{вк}}} \end{cases}, \quad (1)$$

где  $Q_{\text{в}}$ ,  $Q_{\text{нв}}$  – текущие значения накопленной добычи воды и нефти, соответственно, за водный период работы скважины;

$Q_{\text{вк}}$ ,  $Q_{\text{нвк}}$  – накопленная добыча воды и нефти, соответственно, за водный период к моменту построения характеристики обводнения.

Такая зависимость хорошо аппроксимируется уравнением регрессии вида

$$y = a - bx. \quad (2)$$

2. Методика Желтова – Зайцева [2]. В соответствии с данной методикой выделяются три группы скважин с различным характером обводнения продукции.

К первой группе относятся залежи, для которых характерно резкое нарастание обводненности продукции скважин с момента их пуска в эксплуатацию от

10...60 до 90...95 % в первые годы с постепенным асимптотическим приближением к 100 % в течение длительного времени. К ним относятся залежи высоковязкой нефти, осложненные вязкостным языкообразованием.

Ко второй группе относят залежи, по которым большинство скважин дают чистую нефть на протяжении некоторого периода с начала их эксплуатации, т. е. выделяется более или менее длительный безводный период.

К третьей группе относятся объекты разработки, при эксплуатации которых скважины с момента их пуска дают обводненную продукцию.

В соответствии с представленной методикой прогнозирования можно осуществлять с помощью выражения

$$\frac{d\mu}{1-\omega(\mu)} = \frac{1}{Q_0} q_{\text{ж}}(t) dt. \quad (3)$$

Условие прогнозирования можно получить для каждой группы залежей. Тогда данные уравнения примут следующий вид:

$$\int_0^{\omega} \frac{d\mu}{1-\omega(\mu)} = \frac{1}{Q_0} \int_0^t q_{\text{ж}} dt; \quad (4)$$

$$\int_0^{\omega} \frac{d\mu}{1-\omega(\mu)} = \frac{1}{Q_0} \int_{t_0}^t q_{\text{ж}} dt; \quad (5)$$

$$\int_{\omega_0}^{\omega} \frac{d\mu}{1-\omega(\mu)} = \frac{1}{Q_0} \int_0^t q_{\text{ж}} dt, \quad (6)$$

где  $\omega$  – текущая обводненность продукции залежи;  
 $q_{\text{ж}}$  – текущая добыча жидкости по залежи;  
 $t_0$  – период безводной добычи жидкости;  
 $Q_0$  – балансовые запасы нефти по залежи.

Таким образом, уже известны методы прогнозирования и их математические выражения.

Дебит скважины при газовом или полимерном воздействии можно определить согласно выражению [3]

$$Q = \frac{2\pi kh(\Delta P)}{\mu \ln \frac{R_k}{r_c}}, \quad (7)$$

где  $Q$  – дебит скважины;  
 $k$  – проницаемость пласта;  
 $h$  – толщина пласта;  
 $\Delta P$  – депрессия на пласт;  
 $\mu$  – вязкость жидкости;  
 $R_k$  – радиус контура питания.

Из формулы (7) можно сделать вывод, что при газовом или полимерном воздействии следует учитывать следующие факторы:

- 1) проницаемость пласта – чем она больше, тем выше дебит скважины;
- 2) толщина пласта – чем она больше, тем выше дебит скважины;
- 3) депрессия на пласт – чем она больше, тем выше дебит скважины;
- 4) вязкость жидкости – чем она больше, тем ниже дебит скважины;
- 5) отношение радиуса контура питания к радиусу скважины – чем больше это отношение, тем выше дебит скважины.

Рассмотрим методы, которые можно использовать при прогнозировании газового и полимерного воздействия.

**Моделирование.** В моделях воспроизводятся основные характеристики реального исследуемого объекта с целью его изучения. Физическое моделирование основывается на теории подобия при рассмотрении фазы полного развития.

Исследование процесса проводят на моделях, а результаты исследований экстраполируют на реальные объекты.

Математическое моделирование основывается на строгом аналитическом исследовании в зависимости от исходных данных.

При прогнозе нужно знать изменение внешних возмущающих воздействий, чтобы получать так называемый нормативный прогноз. Ряд таких прогнозов по принципу "если-то" иногда называют сценариями будущего, и экспертам предлагается выбрать тот из сценариев, который в большей степени удовлетворяет задаче, поставленной перед системой поддержки и принятия решений.

Проще получить прогноз, исходя из предположения о том, что все будет идти так, как было до сих пор. Нор-

мативные прогнозы часто принимают вид нормативных сценариев, каждый из которых соответствует одному из вариантов изменения управляющих реакций лица, принимающего решение (ЛПР).

Различные подходы к прогнозу отличаются по объему необходимой для прогноза априорной информации об исследуемом объекте, об измеряемых и неизменяемых характеристиках, о состоянии и изменении его окружения.

При детерминистическом подходе предполагается, что вся информация есть уже априори или может быть получена с достаточной точностью [4].

Практически все ранние экспертные системы моделировали ход принятия решения экспертом как чисто дедуктивный процесс с использованием логического вывода, основанного на правилах.

В анализе современных методов прогнозирования и принятия решений можно выделить принцип повторного использования решений, которые принимались ранее в подобных ситуациях. Затем он или непосредственно использует эти решения, или, при необходимости, адаптирует к изменившимся обстоятельствам для конкретного случая.

В ряде ситуаций метод вывода на прецедентах имеет серьезные преимущества по сравнению с выводом, основанным на правилах, и особенно эффективен, если:

- основным источником знаний о задачах есть опыт, а не теория (что является подходящим для прогнозирования газового и полимерного воздействия);
- решения не уникальны для конкретной ситуации и могут быть использованы в других случаях;
- целью является не гарантированное верное решение, а лучшее из возможных.

Таким образом, вывод, основанный на прецедентах, представляет собой метод построения экспертных систем, которые делают выводы по данной проблеме или ситуации по результатам поиска аналогий, хранящихся в базе прецедентов.

Системы вывода по прецедентам показывают очень хорошие результаты в самих задачах, но имеют ряд существенных недостатков. Во-первых, они вообще не создают каких-либо моделей или правил, обобщают предыдущий опыт, в выборе решения они основываются на всем массиве доступных исторических данных, поэтому невозможно сказать, на основе каких конкретно факторов системы вывода по прецедентам строят свои конкретные ответы.

Можно выделить две основные проблемы, с которыми сталкиваются подобные системы: поиск наиболее подходящих прецедентов и последующая адаптация найденного решения.

Наиболее правильным в применении является сочетание методов физического и математического моделирования, которые позволяют при моделировании компенсировать присущие им недостатки. Результаты любого моделирования имеют практический смысл только в том случае, если модель адекватна реальному объекту (процессу), т. е. довольно хорошо (с достаточной степенью точности) отражает реальный объект.

Специфика имитационного моделирования как метода исследования заключается в том, что метод делает возможным проведение компьютерных экспериментов и исследователь может "зафиксировать" нужные переменные, влияя и изменяя лишь некоторые из них [5].

Развитие имитационного моделирования привело к образованию различных методов имитационного моделирования, каждый из которых имеет свою историю применения, требования к входным данным и, соответственно, разные типы полученных результатов на выходе, а также свои преимущества и недостатки.

Наиболее активно применяемыми из них являются системная динамика, микроаналитическое моделирование и агентное моделирование.

Агентное моделирование условно считают "третьей волной" развития методов имитационного моделирования. Термин "агент" с точки зрения имитационного моделирования является конвенционным понятием, описывающим компьютерную программу или часть программы.

Компьютерный агент имитирует поведение и свойства социального актера, его отношения с социальной и природной средой.

Выделяют четыре основных свойства компьютерных агентов, которые лежат в основе моделирования действий агентов:

- автономность – агенты действуют независимо от наличия других агентов, контролируя свои действия и внутреннее состояние;
- социальность – агенты взаимодействуют с другими агентами с помощью "языка";
- реактивность – агенты могут воспринимать и реагировать;
- проактивность – агенты могут брать на себя инициативу, имея целенаправленное поведение.

В простейшем виде агентные модели очень похожи на клеточные автоматы.

Агентно-ориентированная парадигма также отличается от модели Актора (Actor Model) (от активных объектов (Active Objects), в значительной мере вдохновленных последним). На самом деле, акторы не имеют целей, даже если их спецификация включает в себя процесс.

Окружающая среда, в которой расположены агенты, не проявляет такой автономии, которая является типичной агентам, хотя она может развиваться благодаря внутренним процессам. Однако его деятельность не направлена на достижение цели и это делает среды более похожими на активные объекты.

Нормативная мультиагентная система (МАС) – это "мультиагентная система вместе с нормативными системами, в которой агенты, с одной стороны, могут решить, следует ли соблюдать явно представленные нормы, а с другой – нормативные системы определяют, как (и в какой степени) агенты могут изменять нормы".

Влияние на обоснованный цикл агента заключается в том, что агенты могут обосновать социальные последствия своих действий. Нет единого определения слова-агента, и не существует единого определения

для термина мультиагентной системы. Примечательно, что основные принятые определения имеют общие черты, такие как взаимодействие агентов в системе: из совместной среды, через структурированные сообщения (онтологии, протоколы взаимодействия). Действительно, МАС можно определить с точки зрения взаимодействующих сущностей, в частности агентов.

Такие автономные системы, как МАС, самостоятельно направляются на цели, поскольку они не требуют внешнего контроля, а скорее руководствуются законами и стратегиями, которые четко отличают традиционные и мультиагентные системы. Если используются методы машинного обучения, автономные системы могут разрабатывать гибкие стратегии для себя, с помощью которых они выбирают свое поведение.

Если рассматривать это более подробно, нормы являются фундаментальным компонентом мультиагентных систем, управляющих ожидаемым поведением по конкретной ситуации.

Агентам присущи следующие основные свойства:

- автономность, т. е. способность агента действовать без определенного управляющего воздействия извне, контролировать свои действия и внутреннее состояние;
- реактивность – восприятие состояния среды и реакция на изменения;
- активность – способность агента ставить цели и выполнять комплекс действий (алгоритм) с целью их достижения;
- коммуникативность – взаимодействие с другими агентами;
- целеустремленность – предполагает наличие собственных источников мотивации;
- открытость – любой агент представляет собой открытую систему;
- рациональность – любой агент действует таким образом, чтобы он мог достичь лучшего ожидаемого результата;
- базовые знания – знания агента о себе, других агентах и окружающей среде.

Нейронная сеть [6] создается путем создания сети входных узлов (которая является началом сети), выходных узлов (которые показывают результаты/прогнозы, когда данные прошли через сеть) и скрытого слоя между этими узлами.

Скрытый слой между узлами ввода и вывода – вот что делает нейронную сеть такой уникальной и эффективной. Каждый раз, когда в нейронную сеть "загружаются" данные, алгоритм включает данные, которые проходят через нее, присваивая "веса" узлам в скрытом слое, что может изменить результат в выходных узлах.

Прогнозирование на основе нейронных сетей отличается, например, от линейной регрессии (которая также является инструментом прогнозирования и использовалась ранее для прогнозирования воздействий на месторождениях) тем, что модели линейной регрессии намного проще. Рассмотрим нейронную сеть только с одним выходным узлом, входными узлами и скрытыми слоями.



Если убрать скрытые слои нейронной сети, останутся только входные и выходные узлы. Затем сеть пытается предсказать выходные узлы, используя только входные узлы. Именно так модели линейной и логистической регрессии пытаются предсказать значения.

Скрытый слой нейронной сети – это то, что делает сеть более умной и точной, чем традиционные инструменты прогнозирования, поскольку она "учится" так, как это сделал бы человек, она запоминает прошлые связи в данных, включая эти данные в алгоритм.

Высокая точность нейронных сетей поднимает вопрос, почему они не используются чаще, чем сейчас. Как и ожидалось, у нейронных сетей есть несколько недостатков. Нейронные сети требуют большей вычислительной мощности, чем обычные инструменты прогнозирования, что делает их более дорогими.

Кроме того, нейронным сетям требуется большой объем данных для их обучения, что не всегда доступно.

Нейронные сети также имеют характер "черного ящика", это означает, что можно видеть данные, которые поступают, и результат, который они производят, но нельзя понять, что происходит между ними. Это означает, что людям сложно настроить алгоритм и трудно предсказать, какой результат будет иметь сеть в новом сценарии. Однако для прогнозирования газового и полимерного воздействия данные недостатки несущественны.

Ключевой особенностью нейронных сетей является итеративный процесс обучения, в котором записи (строки) представляются сети по одной, а веса, связанные с входными значениями, корректируются каждый раз. После того, как представлены все кейсы, процесс часто начинается заново. На этом этапе сеть обучается, регулируя веса, чтобы предсказать правильную метку класса входных выборок. Преимущества нейронных сетей включают их высокую устойчивость к зашум-

ленным данным, а также их способность классифицировать шаблоны, на которых они не были обучены. После того, как сеть была структурирована для конкретного приложения, эта сеть готова к обучению. Для запуска этого процесса начальные веса выбираются случайным образом. Далее начинается обучение.

Сеть обрабатывает записи в обучающих данных по одной, используя веса и функции в скрытых слоях, затем сравнивает полученные выходные данные с желаемыми. Затем ошибки распространяются обратно по системе, в результате чего система корректирует веса для следующей записи. Этот процесс повторяется снова, поскольку веса постоянно изменяются. Во время обучения сети один и тот же набор данных обрабатывается много раз, поскольку веса соединений постоянно уточняются.

Приведем сравнительную характеристику основных методов прогнозирования (таблица).

Сравнение методов прогнозирования

| Методы                 | Тип прогноза  |               |              |
|------------------------|---------------|---------------|--------------|
|                        | краткосрочный | среднесрочный | долгосрочный |
| Регрессия              | +/-           | +/-           | +            |
| Агентное моделирование | +             | +/-           | +            |
| Нейронные сети         | +             | +             | +            |

Представленные свойства нейронных сетей, а также их высокая надежность, вместе с нелинейностью (а значит, возможностью точного описания сложных функций), позволяют сделать вывод о том, что лучшим по совокупности характеристик методом для автоматизированного прогнозирования является методика, основанная на ИНС.

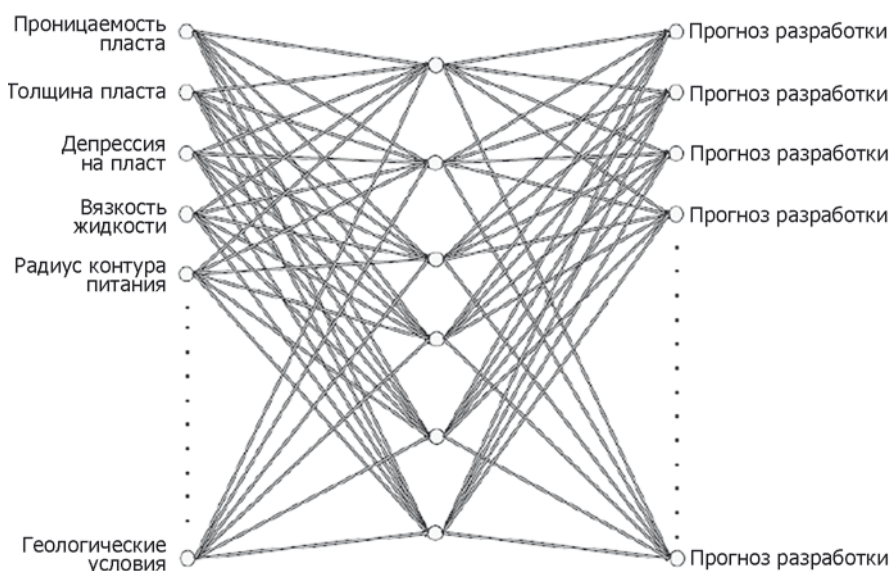
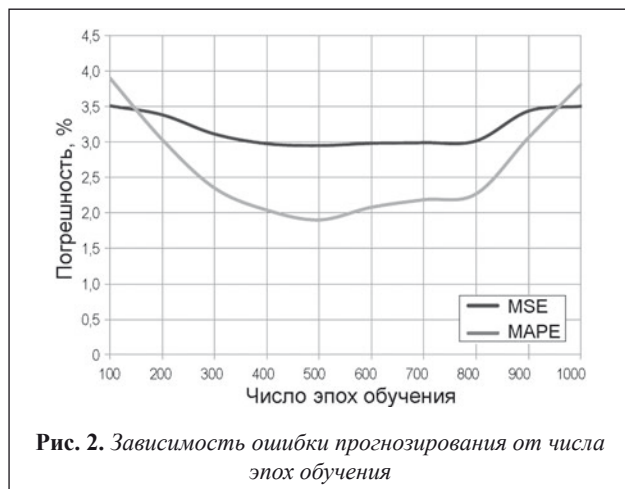


Рис. 1. Нейронная модель прогнозирования газового и полимерного воздействия на пласт



При выполнении прогнозирования была построена модель, которая учитывает основные факторы, влияющие на воздействие. Данная модель представлена на рис. 1.

Среднеквадратическая ошибка и средняя абсолютная ошибка зависели от числа эпох. Результат представлен на рис. 2.

Таким образом, оптимальное число эпох для обучения нейронной сети по прогнозированию газового и полимерного воздействия — 500.

### Заключение

1. Модели прогнозирования, основанные на ИНС, обладают способностью обучения, что позволяет адаптировать нейронную сеть и свои синаптические веса к изменениям окружающей среды. Более того, для работы в нестационарной среде (а именно такой средой является месторождение) могут быть созданы нейронные сети, изменяющие синаптические веса в режиме, близком к реальному времени.

2. Использование нейронных сетей в средах имитационного моделирования — актуальный и оптимальный метод прогнозирования, который можно применять для газового и полимерного воздействия.

3. Использование ИНС позволит учитывать кратко- и долгосрочные тенденции, позволит автоматизи-

ровать процесс осуществления прогноза. Кроме того, прогностическая модель, основанная на ИНС, менее других моделей зависит от наличия полного объема входных данных. В то же время для устранения недостатков, связанных со сложностью настроек внутренней конфигурации нейронной сети, целесообразно применить гибридную систему, в которой настройка может проводиться с помощью метода генетического и эвристического отбора.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Меркулова Л.И., Гинзбург А.А. *Графические методы анализа при добыче нефти*. — М.: Недра, 1986. — 125 с.
2. Желтов Ю.П. *Расчет процессов разработки нефтяных месторождений при упругом и водонапорном режимах*. — М.: МИНХиГП, 1977. — 118 с.
3. Луттошкин Г.С. *Сбор и подготовка нефти, газа и воды: учеб. для вузов*. — М.: Альянс, 2005. — 319 с.
4. Седов А.В., Надтока И.И. *Системы контроля, распознавания и прогнозирования электропотребления: модели, методы, алгоритмы и средства* // Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского гос. ун-та, 2002. — 320 с.
5. Кендалл М.Дж., Стюарт А. *Многомерный статистический анализ и временные ряды*. — М.: Наука, 2006. — 736 с.
6. *Data-Mining for Business Analytics* / G. Shmueli, P.C. Bruce, I. Yehav [et al.]. — John-Wiley, 2016. — Third ed. — 544 p.

### LITERATURA

1. Merkulova L.I., Ginzburg A.A. *Graficheskiye metody analiza pri dobyche nefii*. — M.: Nedra, 1986. — 125 s.
2. Zheltov Yu.P. *Raschet protsessov razrabotki neftyanykh mestorozhdeniy pri uprugom i vodonapornom rezhimakh*. — M.: MINKhiGP, 1977. — 118 s.
3. Lutoshkin G.S. *Sbor i podgotovka nefii, gaza i vody: ucheb. dlya vuzov*. — M.: Al'yans, 2005. — 319 s.
4. Sedov A.V., Nadтока I.I. *Sistemy kontrolya, raspoznavaniya i prognozirovaniya elektropotrebleniya: modeli, metody, algoritmy i sredstva* // Rostov-na-Donu: Izd-vo Rostovskogo gos. un-ta, 2002. — 320 s.
5. Kendall M.Dzh., Styuart A. *Mnogomernyy statisticheskiy analiz i vremennyye ryady*. — M.: Nauka, 2006. — 736 s.
6. *Data-Mining for Business Analytics* / G. Shmueli, P.C. Bruce, I. Yehav [et al.]. — John-Wiley, 2016. — Third ed. — 544 p.

Алали Валид<sup>1</sup>,  
Николай Александрович Еремин<sup>1,2</sup> (д-р техн. наук, профессор)

<sup>1</sup>РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина  
119991, Россия, г. Москва, Ленинский просп., 65,  
e-mail: walidalali@gubkin.ru;

<sup>2</sup>Институт проблем нефти и газа РАН  
119333, Россия, г. Москва, ул. Губкина, 3,  
e-mail: ermn@mail.ru

Alali Walid<sup>1</sup>,  
Nikolai Aleksandrovich Eremin<sup>1,2</sup> (Dr. of tech. sci., Professor)

<sup>1</sup>National University of Oil and Gas "Gubkin University"  
65, Leninsky prosp., Moscow, 119991, Russian Federation,  
e-mail: walidalali@gubkin.ru;

<sup>2</sup>Institute of Oil and Gas Problems of the Russian Academy of Sciences  
3, Gubkin str., Moscow, 119333, Russian Federation,  
e-mail: ermn@mail.ru

## ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, опубликованных в НТЖ "Нефтепромысловое дело" в 2020 году

| Автор, название статьи                                                                                                                                                                                                                                                             | Номер | Стр. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| <b>РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОНЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ</b>                                                                                                                                                                                                                            |       |      |
| <i>Казаков К.В., Корепанова В.С., Никитин В.Т., Никифоров В.П.</i> О подходах и некоторых результатах обобщения опыта разработки нефтяных месторождений Тимано-Печорской провинции                                                                                                 | 1     | 5    |
| <i>Алимханов Р.Т., Розжкова В.В., Мазитов Р.Ф.</i> Применение инструментов Data Mining при планировании нестационарного заводнения                                                                                                                                                 | 1     | 13   |
| <i>Сидоров М.Л., Пронин В.А., Кузнецов В.Ю., Афанаскин И.В., Королев А.В., Ялов П.В.</i> Разработка параллельного генератора неструктурированных сеток для моделей нефтегазовых месторождений и тестирование однопроцессорной версии симулятора двухфазной фильтрации нефти и воды | 1     | 20   |
| <i>Егоров А.Ф., Инсафов Р.М., Рахматуллин А.А.</i> Оценка эффективности водогазового воздействия на условно однородном и неоднородном нефтенасыщенных коллекторах                                                                                                                  | 1     | 28   |
| <i>Иктисанов В.А.</i> Метод оценки эффективности работы нагнетательных скважин                                                                                                                                                                                                     | 1     | 32   |
| <i>Полякова Н.С., Сенцов А.Ю., Рябов И.В.</i> Формирование оптимального варианта разработки в условиях геологической неопределенности объекта с применением вероятностного подхода на примере объекта БВ, Южно-Выинтойского месторождения                                          | 2     | 5    |
| <i>Гильманова Н.В., Тарачева Е.С., Сивкова А.В.</i> Прогноз зон наличия капиллярно-защемленной нефти для низкопроницаемых коллекторов при обосновании остаточной нефтенасыщенности различными способами                                                                            | 2     | 12   |
| <i>Мамбетов С.Ф., Хытин Н.А., Ишков А.А.</i> Применение гидродинамического моделирования для оценки эффективности использования полимерных составов в технологиях выравнивания профиля приёмистости                                                                                | 2     | 19   |
| <i>Степанов А.В., Поспелова Т.А., Зимин П.В.</i> Разработка аналитических алгоритмов для оценки показателей разработки и оптимизации программы бурения с учетом целевых уровней добычи и геолого-технических мероприятий                                                           | 2     | 25   |
| <i>Афанаскин И.В., Королев А.В., Глушаков А.А., Ялов П.В.</i> Модель для анализа разработки нефтяных месторождений с газовой шапкой методом ячеек заводнения                                                                                                                       | 3     | 5    |
| <i>Посевич А.Г., Саенко О.Б.</i> Характеристика основных периодов эксплуатации нефтедобывающих скважин                                                                                                                                                                             | 3     | 13   |
| <i>Пономарева И.Н., Галкин В.И.</i> Применение многоуровневого статистического моделирования для оценки взаимодействия между нагнетательными и добывающими скважинами                                                                                                              | 4     | 6    |
| <i>Алекина Е.В., Ольховская В.А., Овчинников К.А.</i> Обоснование эффективности применения диоксида углерода в сверхкритическом состоянии для добычи высоковязкой нефти по данным термодинамического моделирования                                                                 | 4     | 10   |
| <i>Зипир В.Г., Зипир М.Г., Зыков М.А., Кордик К.Е., Рясный А.Г.</i> О подходах к долгосрочному планированию разработки газоконденсатной части Пяяхинского месторождения с использованием интегрированной модели                                                                    | 5     | 5    |
| <i>Владимиров И.В., Альмухаметова Э.М.</i> Опыт применения технологии нестационарного заводнения на залежах высоковязкой нефти. Теоретические аспекты                                                                                                                              | 5     | 11   |
| <i>Туманова Е.С.</i> Обоснование параметров нелинейной фильтрации в гидродинамической модели нефтяной залежи с низкопроницаемым коллектором                                                                                                                                        | 5     | 20   |
| <i>Габсия Б.К.</i> Особенности проведения лабораторных исследований при моделировании начальной нефтенасыщенности пород низкопроницаемых и сложно построенных коллекторов                                                                                                          | 6     | 5    |
| <i>Овчинников К.А., Ковалева Г.А., Лебедева А.В.</i> Опыт повышения нефтеотдачи карбонатных пластов методом изменения направления фильтрационных потоков                                                                                                                           | 6     | 12   |
| <i>Поспелова Т.А., Зеленин Д.В., Жуков М.С., Бекман А.Д., Ручкин А.А.</i> Оптимизация системы заводнения на основе модели CRM                                                                                                                                                      | 7     | 5    |
| <i>Кордик К.Е., Забродин О.Ю., Абдулин Т.К., Грицай И.А., Зыков М.А., Зипир В.Г., Хайруллин Р.З.</i> О верификации значения газового фактора нефти по фонду скважин Пяяхинского месторождения с применением интегрированной модели                                                 | 7     | 11   |
| <i>Сенцов А.Ю., Рябов И.В., Анкудинов А.А., Радевич Ю.Е., Полякова Н.С., Дулкариаев М.Р.</i> Анализ системы заводнения с применением статистических методов обработки данных                                                                                                       | 8     | 5    |
| <i>Соколов И.С., Павлов М.С., Босых О.Н.</i> Опыт разработки низкопроницаемого пласта горизонтальными скважинами с многостадийным гидроразрывом                                                                                                                                    | 8     | 10   |

| Автор, название статьи                                                                                                                                                                                                               | Номер | Стр. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| <b>Ганиев Ш.Р., Лысенков А.В.</b> Сравнительный анализ методов оценки эффективности соляно-кислотных обработок скважин, эксплуатирующих карбонатные нефтяные пласты                                                                  | 8     | 17   |
| <b>Мусаева П.У., Лабазанов М.М., Халадов А.Ш., Алиев И.И., Исламов Д.А., Масаров И.Р., Халадов М.С.</b> Повышение технико-экономической эффективности тепловых методов увеличения нефтеотдачи пластов                                | 8     | 23   |
| <b>Шляпкин А.С.</b> Подход к моделированию гидроразрыва пласта в скважинах с горизонтальным окончанием                                                                                                                               | 9     | 14   |
| <b>Шумахер М.Ю., Коновалов В.В., Хафизов В.М., Овчинников К.А.</b> Исследование основных технологических характеристик углеводородсодержащих кислотных эмульсий для обработки карбонатного коллектора                                | 11    | 35   |
| <b>Боксерман А.А., Вольпин С.Г., Миронов Д.Т.</b> Эффективность применения термогазового метода увеличения нефтеотдачи для различных геолого-физических условий                                                                      | 12    | 37   |
| <b>Ратникова Е.А., Телков В.П.</b> Влияние скорости осаждения проппанта на продуктивность скважины при проведении гидроразрыва пласта                                                                                                | 12    | 46   |
| <b>Валид Алали, Еремин Н.А.</b> Применение методов имитационного моделирования для прогнозирования газового и полимерного воздействия на месторождениях Сирии                                                                        | 12    | 51   |
| <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАСТОВ И СКВАЖИН</b>                                                                                                                                                                                                |       |      |
| <b>Метт Д.А., Привознова А.Е., Николаева Т.Н.</b> Результаты промысловых испытаний по закачке воздуха и воды на Средне-Назымском месторождении                                                                                       | 1     | 44   |
| <b>Баталов С.А., Андреев В.Е., Лобанков В.М., Дубинский Г.С., Хузин Р.Р.</b> Совершенствование основных компонентов обеспечений системы нефтеизвлечения при экстремальном регулировании пласта                                       | 1     | 48   |
| <b>Афанаскин И.В., Вольпин С.Г., Крыганов П.В.</b> Деконволюция как инструмент для интерпретации гидродинамических исследований скважин                                                                                              | 2     | 50   |
| <b>Бакиров Д.Л., Бурдыга В.А., Фаттахов М.М., Грицай Г.Н., Антонов В.В., Белоусов А.В., Семакина И.В.</b> Исследование хрупкости цементного камня в кольцевом пространстве скважины                                                  | 3     | 31   |
| <b>Салаватов Т.Ш., Мамедова Г.Г.</b> Регулирование режима работы газовых скважин с учетом результатов газодинамических исследований                                                                                                  | 3     | 36   |
| <b>Грибенников О.А., Мельников А.А.</b> Мониторинг коллекторских свойств пласта по данным вывода скважин на режим                                                                                                                    | 4     | 27   |
| <b>Шакшин В.П., Мокрев А.А., Капустин А.И.</b> Апробация композиционного гидравлического "движка" (на примере одного месторождения Сибири)                                                                                           | 4     | 32   |
| <b>Иктисанов В.А., Яртиева А.Ф.</b> Определение оптимального охвата скважин гидродинамическими исследованиями с позиций экономики                                                                                                    | 4     | 37   |
| <b>Сергеева Е.В., Богомолова К.Е., Соболев В.И., Коновалов В.В., Кириллов А.С.</b> Установление причин повышенного содержания сероводорода в продукции добывающих скважин на примере залежи углеводородов Урало-Поволжья             | 5     | 32   |
| <b>Гришина Е.И., Кременецкий М.И., Буянов А.В.</b> Прогноз выработки неоднородного пласта в горизонтальных скважинах с многостадийным гидроразрывом пласта по результатам комплексных геофизических и гидродинамических исследований | 5     | 38   |
| <b>Гарипова Л.И., Хаярова Д.Р.</b> Анализ влияния параметров работы скважин на их эксплуатационную надежность                                                                                                                        | 5     | 44   |
| <b>Крыганов П.В., Афанаскин И.В., Вольпин С.Г., Ахапкин М.Ю.</b> Локализация зон остаточной нефти на основе комплексных гидродинамических исследований скважин и математического моделирования                                       | 6     | 22   |
| <b>Михайлов Н.Н., Туманова Е.С.</b> Фазовая проницаемость низкопроницаемых коллекторов                                                                                                                                               | 8     | 28   |
| <b>Крыганов П.В., Афанаскин И.В., Вольпин С.Г.</b> Оценка текущих запасов нефти по результатам гидродинамических исследований скважин                                                                                                | 8     | 39   |
| <b>Юдин В.А., Вольпин С.Г., Афанаскин И.В., Ефимова Н.П.</b> Особенности определения фильтрационной структуры разлома по данным гидродинамических исследований близлежащей скважины                                                  | 9     | 19   |
| <b>Путилов И.С., Гурбатова И.П., Мелехин С.В., Сергеев М.С., Саитгареев А.Д.</b> Обоснование остаточной водонасыщенности коллекторов по данным прямых исследований керна                                                             | 9     | 28   |
| <b>Гильманов Я.И.</b> Опыт ООО "ТННЦ" в определении пористости образцов керна                                                                                                                                                        | 9     | 35   |
| <b>Вольпин С.Г., Афанаскин И.В., Крыганов П.В., Глушаков А.А.</b> Гидродинамические исследования скважин путем их пуска после кратковременной остановки                                                                              | 11    | 41   |





**ВНИИОЭНГ**

117420, Россия,  
Москва, ул. Наметкина, 14, корп. 2,  
тел.: +7(495)332-0049  
E-mail: [vniiioeng@mcn.ru](mailto:vniiioeng@mcn.ru)  
[www.vniiioeng.ru](http://www.vniiioeng.ru)