ЛУКОЙЛ

ПРИ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКЕ

ООО «ЛУКОЙЛ-Югнефтепродукт»

# БУЛАТОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

**Материалы IV Международной научно-практической конференции (31 марта 2020 г.)**

*Памяти доктора технических наук, профессора,*
*Заслуженного деятеля науки и техники РФ,*
*Заслуженного изобретателя РФ,*
*академика Международной и Российской инженерных академий,*
***Анатолия Ивановича Булатова***
*посвящается*

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ---------- EDITOR-IN-CHIEF

**САВЕНОК Ольга Вадимовна**
доктор технических наук, профессор кафедры Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Лауреат премии администрации Краснодарского края в области образования за 2015 год.

**SAVENOK Olga Vadimovna**
Doctor of Technical Sciences, Professor of department of Oil and gas ingineering department named after professor G.T. Vartumyan FGBOU VO «Kuban state technological university», Winner of an award of administration of Krasnodar Region in the field of education for 2015.

## ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: ---------- DEPUTY CHIEF EDITOR:

**ПАРИНОВА Татьяна Анатольевна**
старший преподаватель кафедры русского языка ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет».

**PARINOVA Tatyana Anatolyevna**
Senior Lecturer of department of Russian Language FGBOU VO «Kuban state technological university».

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ: ---------- EDITORIAL COUNCIL:

**АГЗАМОВ Фарит Акрамович**
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», член Российской Академии Естественных Наук (РАЕН), член Академии горных наук, член диссертационного совета Д 212.289.04 на базе ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», член диссертационного совета Д 222.018.01 на базе Татарского научно-исследовательского и проектного института нефти имени В.Д. Шашина (ПАО «Татнефть»), Заслуженный деятель науки Российской Федерации, Заслуженный деятель науки Республики Башкортостан.

**AGZAMOV Farit Akramovich**
Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of «Drilling of Oil and Gas Wells» department FGBOU VO «Ufa state oil technical university», Member of the Russian Academy of Natural Sciences (Russian Academy of Natural Sciences), Member of Academy of mountain sciences, Member of dissertation council D 212.289.04 on the basis of FGBOU VO «The Ufa state oil technical university», Member of dissertation council D 222.018.01 on the basis of the Tatar research and design institute of oil of V.D. Shashin (PJSC «Tatneft»), Honored worker of science of the Russian Federation, Honored worker of science of the Republic of Bashkortostan.

---

**БЕКЕТОВ Сергей Борисович**
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Почётный работник науки и техники РФ, Почётный работник газовой промышленности, Почётный работник топливно-энергетического комплекса, Почётный работник науки и техники Российской Федерации, Патриарший знак св. великомученицы Варвары.

**BEKETOV Sergey Borisovich**
Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of department of geophysical methods of search and investigation of the mineral deposits FGAOU VO «North Caucasian federal university», Honorary worker of science and technology of the Russian Federation, Honorary worker of the gas industry, Honorary worker of fuel and energy complex, Honorary worker of science and technology of the Russian Federation, Patriarchal sign of the Saint great martyr Varvara.

---

**ГОЛЬЧИКОВА Надежда Николаевна**
доктор геолого-минералогических наук, доцент, заведующая кафедрой геологии нефти и газа **ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,** член-корреспондент РАЕН, член УМО по прикладной геологии специальности «Геология нефти и газа», член Русского географического общества.

**GOLCHIKOVA Nadezhda Nikolaevna**
Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Associate professor, Head of geology of oil and gas department FGBOU VO «Astrakhan state technical university», Corresponding member of the Russian Academy of Natural Sciences, Member of UMO on applied geology of specialty «Geology of Oil and Gas», Member of the Russian Geographical Society.

---

**МУХАМЕДГАЛИЕВ Бахтиёр Абдукадирович**
доктор химических наук, профессор, профессор кафедры «Строительные материалы и химия» Ташкентского архитектурно-строительного института, профессор Университета КЕИО (Иокогама, Япония), региональный эксперт ООН по Центрально-Азиатскому региону по вопросам охраны окружающей среды и экологии, региональный эксперт международной научно-технической программы «Global Environment System Lieders» (Japan) по странам Юго-Восточной и Центральной Азии, учёный секретарь экспертной комиссии ВАК Республики Узбекистан по естественным наукам, эксперт Госкомитета Республики Узбекистан по науке и инновационным технологиям, почётный профессор Каракалпакского государственного университета имени Бердак.

**MUKHAMEDGALIYEV Bakhtiyor Abdukadirovich**
Doctor of Chemical Sciences, Professor, Professor of «Construction Materials and Chemistry» department of Tashkent architectural and construction institute, Professor of the KEIO University (Yokohama, Japan), Regional Expert of the UN in the Central Asian region in environmental protection and ecology, Regional Expert of the international scientific and technical program «Global Environment System Lieders» (Japan) in the countries of Southeast and Central Asia, Scientific Secretary of commission of experts of VAK of the Republic of Uzbekistan in natural sciences, Expert of the State Committee of the Republic Uzbekistan in science and innovative technologies, Honorary professor of the Karakalpak state university named after Berdak.

---

**МУХАМЕТШИН Рустам Закиевич**
доктор геолого-минералогических наук, профессор, профессор кафедры геологии нефти и газа имени академика А.А. Трофимука Казанского (Приволжского) федерального университета и кафедры литологии и геологии горючих ископаемых Уральского государственного горного университета, член-корреспондент Российской Академии Естественных Наук (РАЕН) (2015), член Экспертной комиссии по проблемам нефти и газа ВАК Минобрнауки РФ, член Общества экспертов России по недропользованию (ОЭРН).

**MUKHAMETSHIN Rustam Zakiyevich**
Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Professor of the Trofimuk Department of Oil and Gas Geology, Kazan (Volga Region) Federal University and the Department of Lithology and Geology of Combustible Minerals, Ural State Mining University, corresponding member of the Russian Academy of Natural Sciences (RAEN) (2015), member of the Expert Commission on Oil and Gas Problems of the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, member of the Russian Society of Experts on Subsoil Use (RSESU).

---

**СИМОНЯНЦ Сергей Липаритович**
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры бурения нефтяных и газовых скважин РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, действительный член (академик) Российской академии естественных наук (РАЕН), действительный член академии технологических наук РФ, член диссертационного совета Д 212.200.15 на базе Российского государственного университета (национальный исследовательский университет) нефти и газа имени И.М. Губкина, член Экспертного совета по проблемам нефти и газа ВАК при Минобрнауки России, Лауреат премии имени академика И.М. Губкина (1989), Почётный нефтяник (1998), Почётный работник топливно-энергетического комплекса (2000), Почётная серебряная медаль В.И. Вернадского, РАЕН (2010), награждён медалью «В память 850-летия Москвы» (1997), член редакционных советов научно-технических журналов «Вестник Ассоциации буровых подрядчиков» и «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море».

**SIMONYANTS Sergey Liparitovich**
Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of drilling of oil and gas wells of RGU of oil and gas named after I.M. Gubkin, Full Member (Academician) of the Russian Academy of Natural Sciences (RANS), Full Member of Academy of Technological Sciences of the Russian Federation, Member of dissertation council D 212.200.15 on the basis of the Russian state university (the national research university) of oil and gas of I.M. Gubkin, Member of Advisory Council on problems of oil and gas of VAK at the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Winner of an Award of a named after academician I.M. Gubkina (1989), Honourable Oil Industry Worker (1998), Honorary Worker of fuel and energy complex (2000), Honourable Silver Medal of V.I. Vernadsky, Russian Academy of Natural Sciences (2010), Awarded with a medal «In Commemoration of the 850$^{th}$ Anniversary of Moscow» (1997), Member of editorial councils of the scientific and technical magazines «Bulletin of Association of drilling contractors» and «Construction of oil and gas wells by land and by sea».

---

**СОЛОВЬЁВА Валентина Николаевна**
кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Заслуженный работник нефтяной и газовой промышленности РФ.

**SOLOVYYOVA Valentina Nikolaevna**
Candidate of Technical Sciences, Senior Research Associate, Honoured Worker of the oil and gas industry of the Russian Federation.

---

**ТРЕТЬЯК Александр Яковлевич**
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Нефтегазовые техника и технологии» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», академик РАЕН, председатель диссертационного совета Д 212.304.07 при ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова», Почётный разведчик недр, Почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, награждён орденом Российской академии естественных наук «За пользу Отечеству» имени В.Н. Татищева, награждён медалью «За заслуги перед университетом», Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, присвоено почётное звание «Заслуженный профессор ЮРГТУ (НПИ)».

**TRETIAK Alexander Yakovlevich**
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department «Oil and gas equipment and technologies» FGBOU VO «The southern Russian state polytechnical university (NPI) of M.I. Platov», Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Chairman of dissertation council D 212.304.07 at FGBOU VO «YURGPU (NPI) of M.I. Platov», Honourable prospector of subsoil, Honorary Worker of higher education of the Russian Federation, Awarded the order the Russian academy of natural sciences «For advantage to the Fatherland» named after V.N. Tatishchev, Honoured worker of the higher school of the Russian Federation, Awarded with the medal «For Merits before the University», Honorary title «Honored professor of YURGTU (NPI)».

---

**ХИЖНЯК Григорий Петрович**
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Нефтегазовые технологии» ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

**HIZHNYAK Grigory Petrovich**
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department «Oil and gas technologies» FGBOU VO «Perm National Research Polytechnical University».

---

**ЯРЕМИЙЧУК Роман Семёнович**
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры бурения нефтяных и газовых скважин Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа, Заслуженный деятель науки УССР, Лауреат Государственной премии в области науки Украины, награждён орденом «За заслуги» 3-ей степени, действительный член Научного общества имени Шевченко, академик Украинской нефтегазовой академии, Иностранный член Российской академии естественных наук имени В. Вернадского, награждён серебряной медалью имени Вернадского.

**YAREMIYCHUK Roman Semyonovich**
Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of drilling of oil and gas wells of the Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas, Honored Worker of Science of USSR, Winner of the State Award in the field of science of Ukraine, Awarded the order «For Merits» of the 3-rd degree, Full Member of Scientific Organization of Shevchenko, Academician of the Ukrainian oil and gas Academy, Foreign Member of the Russian Academy of Natural Sciences of V. Vernadsky, Awarded with a silver medal named after Vernadsky.

---

**Доктор Джошуа Лелези Конне**
доктор химии материалов, Бристоль, Великобритания, старший лектор, отдел химии, отделение естественных наук, государственный университет рек, Порт-Харкорт, Нигерия.

**Dr. Joshua Lelesi Konne**
PhD Materials Chemistry, Bristol, UK, Senior Lecturer, Chemistry Department, Faculty of Science, Rivers State University, Port Harcourt, Nigeria.
Department, Faculty of Science, Rivers State University, Port Harcourt, Nigeria.

# БУЛАТОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

**Материалы IV Международной научно-практической конференции (31 марта 2020 г.)**

**Зарегистрировано в Национальном агентстве ISSN Российской Федерации 27.07.2017**

**ISSN 2587-8913**

---

**В 7 ТОМАХ**

**ТОМ 3:**

**БУРЕНИЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

---

**Сборник статей**

Краснодар
2020

УДК 622.1+622.323
ББК 33.1+33.36
Б90

Б90 **Булатовские чтения** : материалы IV Международной научно-практической конференции (31 марта 2020 г.) : в 7 т. : сборник статей / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг.

Т. 3: Бурение нефтяных и газовых скважин. – 2020. – 388 с.

Сборник содержит материалы IV Международной научно-практической конференции «Булатовские чтения», проведенной в г. Краснодаре 31 марта 2020 г., посвященной памяти выдающегося инженера-нефтяника, доктора технических наук, профессора, академика Анатолия Ивановича Булатова.

Участники конференции дали всестороннюю характеристику развития нефтегазовой отрасли, проанализировали применяемые на сегодняшний день методы, технику и технологию и сделали предложения по их модернизации; выработали рекомендации по дальнейшему развитию прикладных направлений научных исследований; внесли предложения по совершенствованию кадрового обеспечения и международному сотрудничеству.

В сборнике изложены результаты исследовательских и опытно-конструкторских работ по широкому кругу вопросов, а также рассмотрены актуальные вопросы и проблемы освоения углеводородного потенциала Российской Федерации и зарубежных стран. Решение поставленных задач отражено в создании новых технологий разработки нефтегазовых месторождений, добычи, транспортировки и переработки углеводородного сырья. Широко представлены вопросы истории и современного состояния нефтегазового комплекса, подготовки кадров, разработки и внедрения энергетического и технологического оборудования, экономических и правовых исследований.

Научное издание предназначено для докторов и кандидатов наук различных специальностей, преподавателей вузов, докторантов, аспирантов, магистрантов, практикующих специалистов, студентов учебных заведений, а также всех, проявляющих интерес к рассматриваемой проблематике с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Издание выполнено в виде 7 томов, соответствующих тематическим направлениям работы конференции.

Материалы публикуются в авторской редакции. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

ББК 33.1+33.36
УДК 622.1+622.323

© Коллектив авторов, 2020
© ООО «Издательский Дом – Юг», 2020

# ОГЛАВЛЕНИЕ

*****

# TABLE OF CONTENTS

## БУРЕНИЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

*****

## DRILLING OF OIL AND GAS WELLS

**Введение** ..... 20

**Бабаян Э.В., Сидоров Р.В., Усов С.В.**
Современные проблемы глубокого бурения ..... 23
**Babayan E.V., Sidorov R.V., Usov S.V.**
Modern problems of deep drilling

**Белей И.И., Речапов Д.А., Родер С.А.**
Оценка влияния состояния портландцементной системы
на характер взаимодействия с высокоминерализованной пластовой водой ..... 29
**Beley I.I., Rechapov D.A., Roder S.A**.
Assessment of the influence of the state of the portland cement system
on the nature of interaction with highly mineralized formation water

**Беляев К.В., Рыбалко Д.С., Рыбальченко Ю.М.**
Буровые промывочные жидкости при бурении горизонтально-направленных скважин ..... 35
**Belyaev K.V., Rybalko D.S., Rybalchenko Yu.M.**
Drilling washing fluids when drilling horizontal directed wells

**Беляев К.В., Рыбалко Д.С., Рыбальченко Ю.М.**
Радиальное вскрытие пласта. Технология «RadTech» ..... 39
**Belyaev K.V., Rybalko D.S., Rybalchenko Yu.M.**
Radial opening of the string. Technology «RadTech»

**Бороздин С.О., Подгорнов В.М.**
Влияние температуры и давления на величину поверхностного натяжения водной фазы
буровых растворов, обработанных ПАВами ..... 42
**Borozdin S.O., Podgornov V.M.**
The effect of temperature and pressure on the surface tension of the aqueous phase
of drilling fluids treated with surfactants

**Вахромеев А.Г., Ташкевич И.Д., Сверкунов С.А.**
Освоение запасов нефти в низкопроницаемых коллекторах ..... 48
**Vakhromeev A.G., Tashkevich I.D., Sverkunov S.A.**
Development of oil reserves in low-permeable reservoirs

**Вороник А.М., Каменских С.В., Уляшева Н.М.**
Крепление высокопроницаемых горных пород, содержащих агрессивные флюиды ..... 51
**Voronik A.M., Kamenskikh S.V., Ulyasheva N.M.**
Attachment of highly permeable rocks, containing aggressive fluids

**Гаибназаров С.Б.**
Разработка полимеров для буровых растворов ..... 56
**Gaibnazarov S.B.**
Drilling mud polymer development

**Гаибназаров С.Б., Алиев Б.А.**
Новые реагенты стабилизаторы из отходов для буровых растворов ..... 58
**Gaibnazarov S.B., Aliyev B.A.**
New waste stabilizers for drilling fluids

**Гаибназаров С.Б., Алиев Б.А.**
Исследование физико-химических свойств полимеров применяемых в буровых растворах ..... 61

**Gaibnazarov S.B., Aliyev B.A.**
Investigation of the physical and chemical properties of polymers used in drilling fluids

**Грибанова Е.Н., Рыбальченко Ю.М.**
Технология нулевого сброса при бурении морских скважин ..... 65
**Gribanova E.N., Rybalchenko Yu.M.**
Zero reset technology for drilling sea wells

**Губайдуллин Ф.А., Кузьмин В.Н., Аскаров Р.Ф., Гайнуллина Э.Ф.**
Ликвидация зон катастрофического поглощения бурового раствора
с помощью современного полимер-содержащего реагента «ПРМД» ..... 68
**Gubaidullin F.A., Kuzmin V.N., Askarov R.F., Gainullina E.F.**
Elimination of zones of catastrophic absorption of drilling mud using a modern polymer-containing reagent «PRMD»

**Диоманде Б.Х., Савенок О.В.**
Анализ применения гель-раствора для бурения неустойчивых горных пород
при строительстве эксплуатационной скважины на Приобском месторождении ..... 71
**Diomande B.H., Savenok O.V.**
Analysis of the use of gel-solution for drilling unstable rocks during the construction
of a production well on the Priobskoye field

**Егорова Е.В., Минченко Ю.С.**
Результаты исследований эмульгатора «АРГУНИТ РХ»
в составе буровых растворов для проводки горизонтальных скважин ..... 77
**Yegorova E.V., Minchenko Ju.S.**
Emulsor research results «ARGUNIT RH» in the composition of drilling solutions for piping horizontal wells

**Еловых П.Ф., Нескоромных В.В., Еловых В.Ф.**
Разработка технических и технологических приемов
при осуществлении забуривания бокового ствола скважины
в горных породах высокой категории твердости ..... 81
**Elovykh P.F., Neskoromnykh V.V., Elovykh V.F.**
Development of technical and technological methods for drilling sidetracks in rocks of high hardness category

**Жуков В.А., Богомолов Р.М.**
Одношарошечный буровой инструмент ..... 88
**Zhukov V.A., Bogomolov R.M.**
Single torch drilling tool

**Жуков В.А., Кичаев П.Е., Мозговой Г.С.**
Ползучесть алюминиевых бурильных труб при сверхглубоком бурении ..... 94
**Zhukov V.A., Kichaev P.E., Mozgovoi G.S.**
Creep of aluminum drill pipes at extra deep drilling

**Зеленцов А.М., Кугатов В.А., Рыбальченко Ю.М.**
Эффективная система глубокой очистки бурового раствора ..... 97
**Zelenczov A.M., Kugatov V.A., Rybalchenko Yu.M.**
Drilling mud complete cleaning effective system

**Зеленцов А.М., Кугатов В.А., Рыбальченко Ю.М.**
Технология применения безмуфтовых обсадных труб ..... 100
**Zelenczov A.M., Kugatov V.A., Rybalchenko Yu.M.**
Technology of use of clutch-free coupling pipes

**Иванова Т.Н., Кащеев А.Б.**
Особенности технологии телесистемы ЗТС-42КК ..... 104
**Ivanova T.N., Kashcheev A.B.**
Features of the ZTS-42KK telesystem technology

**Иванова Т.Н., Доможиров А.В.**
Анализ технологии бурения скважин и механизмов искривления,
применяемых в роторных управляемых системах ..... 108
**Ivanova T.N., Domozhirov A.V.**
Analysis of well drilling technology and curvature mechanisms used in rotary controlled systems

**Исмайлов Р.А., Аскерова Р.И.**
Фрактальный анализ режимов работы промысловых газопроводов ..... 113
**Ismayilov R.A., Askerova R.I.**
Fractal analysis for modes of the field pipelines

**Казарян А.Г., Рыбальченко Ю.М.**
Технология бурения и заканчивания скважин с депрессией на продуктивный пласт ..... 121
**Kazaryan A.G., Rybalchenko Yu.M.**
Technology of the well-drilling and well-completion with a draw-down pressure

**Капитонов В.А.**
Сбор данных из файлов Excel и Word ..... 124
**Kapitonov V.A.**
Collect data from Excel and Word files

**Каракозов А.А., Парфенюк С.Н., Овсянников В.П.**
Разработка гидроударников для бурения газовых и дегазационных скважин
на угольных месторождениях Донбасса ..... 135
**Karakozov A.A., Parfenyuk S.N., Ovsyannikov V.P.**
Development of hydraulic hammer tools for drilling gas and degasing wells in coal deposits of Donbass

**Климанова Д.А., Мозговой Г.С., Никитин В.И.**
Исследования по определению физических параметров составов для глушения скважин ..... 139
**Klimanova D.A., Mozgovoyi G.S., Nikitin V.I.**
Studies to determine the physical parameters of well killing compositions

**Ковалева К.О., Мозговой Г.С.**
Ликвидация поглощений с применением стеклопластиковых труб ..... 142
**Kovaleva K.O., Mozgovoi G.S.**
The elimination of acquisitions with GRP pipes

**Кодиров Ш.Ш.**
Разработка нейросетевой модели прогнозирования прихватов колонн бурильных труб ..... 145
**Qodirov Sh.Sh.**
Development of neural network model for predicting drill pipe sticking

**Комилов Т.О., Умедов Ш.Х., Рахимов А.А.**
О разработки контейнера для доставки тампонажной смеси в зону поглощающего пласта ..... 155
**Komilov T.O., Umedov Sh.Kh., Rakhimov A.A.**
Development of a container for the delivery of the plugging mixture to the absorption zone

**Комилов Т.О.**
Тампонажный раствор для цементирования нефтяных и газовых скважин ..... 157
**Komilov T.O.**
Plugging mortar for cementing oil and gas wells

**Кондрашев О.Ф.**
Вязкоупругие аномалии в безглинистых растворах ..... 159
**Kondrashev O.F.**
Viscoelastic anomalies in clayless solutions

**Кондрашев О.Ф.**
Оценка глубины проникновения растворов без твердой фазы ..... 163
**Kondrashev O.F.**
Evaluation of the depth of permission of solutions without a solid phase

**Кузнецов В.А., Шамхалова Г.А. кызы, Исмайлов Ф.Н. оглы**
Исследование влияния качества и количества промывочной жидкости
на процесс проводки горизонтальных скважин ..... 168
**Kuznetsov V.A., Shamkhalova G.A., Ismayilov F.N. oglu**
Research of the influence of quality and quantity of flushing fluid on the process of piping horizontal wells

**Кузьмин В.Н., Трефилова Т.В., Бурханов А.Н., Доможиров А.В.**
Сравнительный лабораторный анализ современных отечественных пеногасителей
в системе буровых промывочных жидкостей на водной основе ..... 171
**Kuzmin V.N., Trefilova T.V., Burkhanov A.N., Domozhirov A.V.**
A comparative laboratory analysis of the modern domestic defoamer
in the system of drilling of drilling fluids are water-based

**Кузьмин В.Н., Чиркова И.А.**
Мероприятия, направленные на повышение технико-экономической эффективности
строительства скважин ..... 174
**Kuzmin V.N., Chirkova I.A.**
Measures aimed at improving the technical and economic efficiency of well construction

**Кулиев Д.Д., Джаббарова Г.В. кызы, Шмончева Е.Е.**
Изучение комплексной технологии бурения скважин ..... 182
**Kouliev J.J., Jabbarova G.V. Kyzy, Shmoncheva E.E.**
The study of complex drilling technology

**Мамедов А.С. оглы**
Повышение качества бурения скважин в истощённых, поглощающих зонах ..... 184
**Mammadov A.S. oglu**
Quality drilling of wells in waste, absorbing zones

**Марусов М.А., Мойса Ю.Н.**
Современные решения по применению смазывающих добавок
при бурении и реконструкции скважин в условиях АВДП ..... 186
**Marusov M.A., Moisa Yu.N.**
Modern solutions for the use of lubricating additives in drilling and well reconstruction under the conditions of AVDP

**Матько В.С., Рыбальченко Ю.М.**
Буровой раствор на основе избыточного или для вскрытия продуктивного пласта ..... 188
**Matiko V.S., Rybalchenko Yu.M.**
Drilling mixture based on excess or for opening productive layer

**Махаматхожаев Д.Р.**
Разработка состава тампонажного раствора с закупоривающим свойством ..... 191
**Mahamatkhozhaev D.R.**
Development of the tamponage position from plugging property

**Махаматхожаев Д.Р.**
Разработка состава нефтеэмульсионного бурового раствора
для вскрытия и капитального ремонта скважин с аномально низкими пластовыми давлениями ..... 194
**Mahamatkhozhaev D.R.**
Development of composition of oil-emulsion drilling mortar for opening and capital repair
of wells with abnormally low burner pressures

**Мацко А.В., Лукьянов В.Т.**
Промысловое определение сил трения при движении гибких труб в скважине ..... 197
**Matsko A.V., Lukyanov V.T.**
Industrial definitions of friction forces during motion of a coiled tubing in a well

**Меринов И.А., Савенок О.В.**
Предупреждение и ликвидация аварий с обсадными колоннами при строительстве скважин ..... 203
**Merinov I.A., Savenok O.V.**
Prevention and elimination of accidents with casing strings during well construction

**Меринов И.А., Шиян С.И.**
Обоснование выбора бурового раствора
на основании геолого-технических данных бурения наклонно-направленной скважины
на Чаяндинском нефтегазоконденсатном месторождении ..... 214
**Merinov I.A., Shiyan S.I.**
Substantiation of the choice of drilling fluid based on geological and technical data for drilling an directional well
on the Chayandinskoye oil and gas condensate field

**Мовлаев А.И. оглы**
Изучение связи между скоростью бурового раствора
в кольцевом пространстве и скоростью сдвига ..... 224
**Movlaev A.I. oglu**
A study of the relationship between drilling fluid velocity in annular space and shear rate

**Мостовой В.А.**
Оценка экономической эффективности применения телесистемы «Geolink»
на Дулисьминском нефтегазоконденсатном месторождении ..... 226
**Mostovoy V.A.**
Evaluation of economic efficiency of application of the «Geolink» telesystem
on the Dulisminskoye oil, gas and condensate field

**Мыслюк М.А., Волошин Ю.Д.**
Исследования поверхностных и реологических свойств биополимерной системы
для глушения скважин ..... 235
**Myslyuk M.A., Voloshyn Yu.D.**
Research surface and rheological properties of the biopolymer system for well killing operation

**Назарова З.М., Забайкин Ю.В., Новикова С.А., Леонидова Ю.А.**
Повышение эффективности освоения нефтегазовых месторождений
с применением инновационных методов бурения ..... 243
**Nazarova Z.M., Zabaikin Yu.V., Novikova S.A., Leonidova Yu.A.**
Increase of efficiency of development of oil-gas deposits through innovative methods of drilling

**Нескоромных В.В., Чихоткин А.В.**
Аналитическое исследование механики разрушения горных пород резцами PDC
с учетом динамических процессов резания-скалывания горной породы и сопротивления среды .... 251
**Neskoromnykh V.V., Chikhotkin A.V.**
Analytical study of the mechanics of destruction of rocks by PDC
cutters taking into account dynamic processes of cutting-chiping of rock and medium resistance

**Нечаева О.А., Никитин В.И., Фесенко Н.А.**
Управление свойствами фильтрата буровой промывочной жидкости
для сохранения коллекторских свойств пласта ..... 258
**Nechaeva O.A., Nikitin V.I., Fesenko N.A.**
Managing of drilling fluid filtrate properties to preserve filtration properties of reservoir

**Никитин В.И., Милькова С.Ю., Мясников Д.Ю.**
Определение остаточной насыщенности фильтратом буровой промывочной жидкости
призабойной зоны пласта ..... 261
**Nikitin V.I., Milkova S.Yu., Myasnikov D.Yu.**
Determination of residual filtrate saturation of drilling flushing fluid in the bottomhole formation zone

**Новрузова С.Г., Агабейли А.**
Экспериментальное исследование влияния добавок
к буровому раствору на набухаемость и водоотдачу ..... 264
**Novruzova S.H., Agabeyli A.**
Experimental study of the impact of additives in the drilling mud on swell ability and water loss

**Новрузова С.Г., Нариманов Я.**
Влияние эксцентриситета на появление осложнений в скважине при бурении ..... 268
**Novruzova S.H., Narimanov Y.**
The effect of eccentricity on the occurrence of complications in the well during drilling

**Нурматов У.Д.**
Влияние бурового раствора на основе устойчивости ствола скважины
на борьбу с геологическими осложнениями ..... 271
**Nurmatov U.D.**
The effect of drilling mud based on the stability of the wellbore in the fight against geological complications

**Пащевская Н.В., Буков Н.Н.**
Облегченные тампонажные растворы для скважин с низким пластовым давлением ..... 274
**Pashchevskaya N.V., Bukov N.N.**
Lightweight well plugging solutions low-pressure

**Петрушин Е.О., Арутюнян А.С., Шиян С.И.**
Исследование износостойких покрытий бурильных труб при строительстве
эксплуатационной скважины на Южно-Харьягинском нефтяном месторождении ..... 278
**Petrushin E.O., Arutyunyan A.S., Shiyan S.I.**
Study of wear-resistant coatings of drill pipes during the construction of a production well
on the Yuzhno-Kharyaginskoye oil field

**Плиева Е.Б., Пиксаев С.А., Живаева В.В.**
Тампонажный раствор с газоблокирующими свойствами
для обеспечения качественного крепления скважин ОНГКМ ..... 285
**Plieva E.B., Piksaev S.A., Zhivaeva V.V.**
Cement slurry with gas-blocking properties for high-quality cementing of ONGKM wells

**Поварова Л.В., Мунтян В.С., Скиба А.С.**
Перспективы использования буровых растворов на основе биополимерных систем ..... 289
**Povarova L.V., Muntian V.S., Skiba A.S.**
Prospects for the use of drilling fluids based on biopolymer systems

**Проводников Г.Б.**
Применение борсиликатного реагента-ингибитора глин (БСР, БСР-С, КОЛЬМАСИЛ)
в буровых растворах ..... 293

**Provodnikov G.B.**
Use of borosilicate reagent-clay inhibitor (BSR, BSR-S, KOLMASIL) in drilling fluids

**Рахматуллин Д.В. Алсынбаев Г.Т.**
Буровое оборудование для строительства скважин на сверхвязкие нефти и битумы ..... 297
**Rakhmatullin D.V., Alsynbaev G.T.**
Drilling equipment for construction of wells for extra-heavy oil and bitumens

**Рахматуллин Р.Р., Хузина Л.Б.**
Применение оборудования для изоляции зон поглощений
через гидромеханический пакер в зимнее время ..... 302
**Rakhmatullin R.R., Khuzina L.B.**
Application of equipment for isolation of absorption zones through a hydro-mechanical packer in winter

**Рожков С.Ю., Овчинников В.П., Рожкова О.В.**
Влияние объема концентрации фибры на прочностные показатели цементного камня
при дисперсном армировании ..... 306
**Rozhkov S.Yu., Ovchinnikov V.P., Rozhkova O.V.**
The effect of the concentration of fiber on the strength characteristics of cement stone with dispersed reinforcement

**Сабре Д.М.-Н., Сабре М.М.-Н., Левчук А.А.**
Разработка мероприятий по повышению безопасности в процессе бурения нефтяных скважин ..... 311
**Sabre D.M.-N., Sabre M.M.-N., Levchuk A.A.**
Development of measures to improve safety in the process of drilling oil wells

**Савенко В.И.**
Повышение эффективности бурения горных пород за счет использования технологических сред,
содержащих водные растворы электролитов и ПАВ ..... 314
**Savenko V.I.**
Improving the efficiency of rock drilling by using process media
containing aqueous solutions of electrolytes and surfactants

**Самсоненко Н.В.**
Пути повышения качества крепления скважин ..... 331
**Samsonenko N.V.**
Ways to improve well attachment quality

**Симонянц С.Л.**
Эпоха турбобуров: итоги и перспективы ..... 336
**Simonyants S.L.**
Turbodrills epoch: results and prospects

**Симонянц С.Л., Аль Тии М.**
Форсирование режимов роторного бурения с использованием винтового забойного двигателя ..... 342
**Simonyants S.L., All Taee M.**
Forcing rotary drilling modes using a screw down hole motor

**Соловьева В.А., Рыбальченко Ю.М.**
Применение системы бурового раствора на основе формиатов калия
для повышения скоростей бурения в осложненных условиях ..... 347
**Solovieva V.A., Rybalchenko Yu.M.**
Drilling system application based on potassium formates for increasing drilling speeds in complicated conditions

**Сулейменов Н.С.**
Удаление фильтрационных корок буровых растворов в процессе кислотной обработки ..... 352
**Suleimenov N.S.**
Removal of filtration cake of drilling fluids during acid treatment taking into account the content and fractional composition of the carbonate filler

**Султанов Д.Р., Баймаханов А.Е., Абилтаева А.З., Баймаханов Е.А.**
Исследование, диагностика причин возникновения межколонного давления
в скважинах и их ликвидация ..... 358
**Sultanov D.R., Baimakhanov A.E., Abiltaeva A.Z., Baimakhanov Ye.A.**
Investigation, diagnosis of the causes of inter-column pressure in wells and their elimination

**Третьяк А.А., Онофриенко С.А.**
Технология улучшения качества бурового раствора ..... 361
**Tretyak A.A., Onofrienko S.A.**
Drilling mud quality improvement technology

**Чирков С.А., Лышко О.Г.**
Изучение возможности сокращения расхода ксантановой камеди
как структурообразователя в буровых растворах ..... 365
**Chirkov S.A., Lyshko O.G.**
The study of the possibility of consumption reducing of xanthan gum as a structure builder in drilling fluids

**Шайхутдинова А.Ф.**
Разработка компоновки с динамически активным элементом
для повышения эффективности бурения скважин долотами PDC ..... 368
**Sheikhutdinova A.F.**
Development of bha with dynamic active element to increase well drilling efficiency with PDC drill bits

**Шаляпин Д.В., Щербаков А.В., Бакирова А.Д.**
Разработка для Пякяхинского месторождения технологических решений
по подготовке ствола скважины к цементированию и повышению качества крепления
с использованием искусственного интеллекта ..... 372
**Shaliapin D.V., Sherbakov A.V., Bakirova A.D.**
Development of the technological solutions for the Pyakyakhinsky field for preparing the well bore for cementing and improving the quality of cementing using artificial intelligence

**Шемелина О.Н.**
Основные положения бурения в Баженовской свите ..... 377
**Shemelina O.N.**
Drilling guidelines for the Bazhenov formation

**Ширели И.Я. оглы**
О причинах прихвата бурильного инструмента в желобах пробуренных
на скважинах Каспийского моря ..... 380
**Shireli I.Y. oglu**
About the reasons for the seizure of drilling tools in the trenches drilled in the wells of the Caspian Sea

**Андрианов Н.И.**
Оценка увеличения давления на забой скважины при запуске буровых насосов ..... 384
**Andrianov N.I.**
Bottom hole pressure growth estimation during drilling pump start

УДК 622.24

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПЕНОГАСИТЕЛЕЙ В СИСТЕМЕ БУРОВЫХ ПРОМЫВОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ

●●●●●●

# A COMPARATIVE LABORATORY ANALYSIS OF THE MODERN DOMESTIC DEFOAMER IN THE SYSTEM OF DRILLING OF DRILLING FLUIDS ARE WATER-BASED

**Кузьмин Вячеслав Николаевич**
заведующий кафедрой, кандидат наук,
Институт нефти и газа, кафедра
«Бурение нефтяных и газовых скважин»,
Удмуртский государственный
университет имени М.С. Гуцериева
yakvn72@yandex.ru

**Трефилова Татьяна Валериевна**
старший преподаватель,
Институт нефти и газа, кафедра
«Бурение нефтяных и газовых скважин»,
Удмуртский государственный
университет имени М.С. Гуцериева
trefilova_tv@udsu.ru

**Бурханов Альберт Наильевич**
магистрант,
Институт нефти и газа, кафедра
«Бурение нефтяных и газовых скважин»,
Удмуртский государственный
университет имени М.С. Гуцериева
burhanov.albert1995@yandex.ru

**Доможиров А.В.**
магистрант,
Институт нефти и газа, кафедра
«Бурение нефтяных и газовых скважин»,
Удмуртский госдарственный
университет имени М.С. Гуцериева
a.domojirow@yandex.ru

**Аннотация.** В данной статье отображается положительные стороны применение пеногосителей на водной основе при бурении скважин на нефть и газ. В нефтяной отрасли пеногасители применяют для профилактики и ликвидации пенообразования в виде добавки в буровые промывочные жидкости.
Цель данной статьи заключена в лабораторном сравнительном исследовании ряда пеногасителей, для выбора из них наиболее эффективного. В конце статьи, на основании полученных результатов исследований, сделаны выводы и даны практические рекомендации.

**Ключевые слова:** буровые промывочные жидкости, пеногасители, пеногашение, предотвращение вспенивания.

**Kuzmin Vyacheslav Nikolaevich**
Head of the Department, candidate of science,
Institute of oil and gas,
Department «Drilling of oil and gas wells»,
Udmurt state University
named after M.S. Gutseriev
yakvn72@yandex.ru

**Trefilova Tatyana Valerievna**
Senior Teacher,
Institute of oil and gas,
Department «Drilling of oil and gas wells»,
Udmurt state University
named after M.S. Gutseriev
trefilova_tv@udsu.ru

**Burkhanov Albert Nailievich**
Master's Student,
Institute of oil and gas,
Department «Drilling of oil and gas wells»,
Udmurt state University
named after M.S. Gutseriev
burhanov.albert1995@yandex.ru

**Domozhirov A.V.**
Master's Student,
Institute of oil and gas,
Department «Drilling of oil and gas wells»,
Udmurt state University
named after M.S. Gutseriev
a.domojirow@yandex.ru

**Annotation.** This article shows the positive aspects of using water-based defoamers when drilling oil and gas wells. In the oil industry, defoamers are used to prevent and eliminate foaming in the form of additives in drilling flushing fluids.
The purpose of this article is a laboratory comparative study of a number of defoamers to select the most effective one. At the end of the article, based on the research results, conclusions are made and practical recommendations are given.

**Keywords:** drilling flushing fluids, defoamers, defoaming, foaming prevention.

## Актуальность исследований

Строительство поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин, а особенно глубоких скважин в сложных горно-геологических условиях, обусловливает необходимость эффективного управления

технологическими свойствами применяемых буровых растворов. Для обработки буровых растворов используется широкий ассортимент реагентов и материалов, в том числе обладающих пенообразующей способностью, которая обусловливает неуправляемое изменение плотности и реологических свойств циркулирующей промывочной жидкости. В результате возникает опасность обвалов стенок скважины и газоводонефтепроявлений, ликвидация которых увеличивает стоимость буровых работ [1–4].

Для профилактики и ликвидации пенообразования используют специальные добавки – пеногасители, обеспечивающие управление поверхностным натяжением жидкой фазы бурового раствора в контакте с воздушной средой. Промышленный ассортимент пеногасителей весьма широк, но техническая документация на производство не учитывает специфики их применения для обработки буровых растворов.

Актуальность темы заключается в предупреждения аварийных ситуаций и осложнений в процессе бурения скважины, связанных с вспениванием буровых промывочных жидкостей.

Вспененная (аэрированная вовлечённым воздухом или же химической пеной) буровая промывочная жидкость сильно теряет свою плотность, что приводит к тому, что буровые насосы не могут захватить буровую промывочную жидкость в силу резкого падения поршневого давления. В результате чего, приходится тратить многие часы на ликвидацию пены, на выведение её из состава промывочной жидкости, это приводит к росту непроизводительного времени в цикле строительства скважины и, в конечном счёте, к существенному увеличению продолжительности и стоимости её строительства [5].

Основным способом предотвращения пенообразования и гашения образовавшейся пены является применение различных химических пеногасителей.

Различные вещества действуют избирательно в разных средах, где предполагается производить пеногашение. Поэтому об эффективности пеногасителя обычно судят по результатам сравнения его действия с другими пеногасителями при обработке бурового раствора определенного состава [6].

**Исследования**

Первоначально был приведён мониторинг буровых предприятий Удмуртской Республики и соседних регионов, в плане сбора информации по тому, какими пеногасителями они пользуются, были собраны отзывы, затем запрошены и получены образцы пеногасителей у производителей данных пеногасителей, для проведения сравнительного лабораторного анализа [7, 8].

Для сравнительного лабораторного анализа были отобраны пеногасители согласно общности характеристик:

– положительные отзывы об эффективной пеногасящей способности реагента;
– концентрация реагента в одном диапазоне (от 0,005 до 0,2 %);
– экологическая безопасность;
– химическая инертность, совместимость со всеми типами химреагентов (не ухудшает реологических характеристик буровых растворов);
– не теряет свойства в широком диапазоне pH;
– замерзание и оттаивания не влияют на стабильность и рабочие характеристики, соответственно, работоспособность реагента в диапазоне +50°C – -30°C;
– сохранение подвижности жидкого пеногасителя при – 30°C.

В результате мониторинга проведены сравнительные исследования пеногосителей «Реапен 1408», «Гаспен-Силикон», «Пента-465», «Atren-Antifoam» и «Полидефомер».

**Условия лабораторных иследований**

– Условия проведения лабораторных исследований для всех образцов (проб) пеногасителей (объём, состав и плотность дисперсионной среды, число и время оборотов перемешивателя) идентичные;
– анализ проведён в двух направлениях – определение пеногасящих свойств (нейтрализация пены) и профилактика вспенивания.

**Результаты исследований**

Полученные результаты лабораторных исследований приведены в таблице 1.

**Выводы**

Лучшую эффективность в обоих тестах (как на профилактику вспенивания, так и непосредственно на устранение аэрации) показали пеногасители «Реапен 1408» и «Гаспен-Силикон». Эти два пеногасителя полностью «защитили» промывочную жидкость от вспенивания и вернули, специально вспененной помощью ПАВ промывочной жидкости, исходную плотность.

Реагенты-пеногасители «Реапен 1408» и «Гаспен-Силикон», показавшие себя в лабораторных исследованиях наиболее эффективными, рекомендуется для строительства нефтяных и газовых скважин, разбуриваемых на буровых промывочных растворах на водной основе.

**Таблица 1** – Результаты лабораторных исследований

| № п/п | Исследуемые параметры | Наименование пеногасителя | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Реапен 1408 | Гаспен-Силикон | Пента-465 | Atren-Antifoam | Поли-дефомер |
| 1 | Исходная плотность промывочной жидкости (ПЖ) | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 |
| 2 | Плотность ПЖ после добавления ПАВ и перемешивания при 3000 об/мин без добавления пеногасителя – вспенивание | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 |
| 3 | Плотность ПЖ после добавления ПАВ и перемешивания при 3000 об/мин, с дальнейшим добавлением пеногасителя – пеногашение | 1,17 | 1,17 | 1,13 | 1,15 | 1,15 |
| 4 | Плотность ПЖ после добавления пеногасителя и ПАВ и перемешивания при 3000 об/мин – профилактика вспенивание | 1,17 | 1,17 | 1,13 | 1,14 | 1,15 |

## Литература

1. Яковлев А.А., Турицына М.В., Кузнецов А.С. Исследование влияния различных реагентов на разрушение пен и предупреждение пенообразования у буровых растворов // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2015. – № 15.

2. Рязанов Я.А. Энциклопедия по буровым растворам. – Оренбург : Летопись, 2005. – 664 с.

3. Булатов А.И., Макаренко П.П., Проселков Ю.М. Буровые промывочные и тампонажные растворы. – М. : Недра, 1999. – 424 с.

4. Ангелопуло О.К., Подгорнов В.М., Аваков В.Э. Буровые растворы для осложненных условий. – М. : Недра, 1988. – 135 с.

5. Агзамов Ф.А., Измухамбетов Б.С., Токунова Э.Ф. Химия тампонажных и промывочных растворов. – СПб. : Недра, 2011. – 268 с.

6. «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (утв. Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору, приказ № 101 от 12.03.2013 г., с дополнениями в редакции от 12.01.2015 г., приказ Ростехнадзора № 1.

7. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин. – М. : Недра, 2006. – 680 с.

8. Кузьмин В.Н., Абашев А.Г. Авторский надзор за строительством эксплуатационных и поисково-разведочных скважин на месторождениях нефти ОАО «Удмуртнефть» // Современные технологии извлечения нефти и газа. Перспективы развития минерально-сырьевого комплекса (Российский и мировой опыт) : материалы Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. – Ижевск, 2018. – С. 289–294.

9. Кузьмин В.Н. Практические рекомендации по предупреждению и ликвидации геолого-технологических осложнений при бурении скважин // Нефтяная провинция. – 2020. – № 1. – С. 44–55.

## References

1. Yakovlev A.A., Turitsyna M.V., Kuznetsov A.S. Investigation of the effect of various reagents on the destruction of foams and prevention of foaming in drilling fluids // Bulletin of PNRPU. Geology. Oil and gas and mining. – 2015. – № 15.

2. Ryazanov A.Y. encyclopedia of drilling fluids. – Orenburg : Letopis, 2005. – 664 p.

3. Bulatov A.I., Makarenko P.P., Proselkov Yu.M. Drilling washing and grouting solutions. – M. : Nedra, 1999. – 424 p.

4. Angelopulo O.K., Podgornov V.M., Avakov V.E. drilling solutions for complicated conditions. – M. : Nedra, 1988. – 135 p.

5. Agzamov F.A., Izmukhambetov B.S., Tokunova E.F. Chemistry of grouting and washing solutions. – Saint Petersburg : Nedra, 2011. – 268 p.

6. «Safety Rules in the oil and gas industry» (approved by the Federal service for environmental, technological and nuclear supervision, order № 101 of 12.03.2013, with amendments in the edition of 12.01.2015, order of Rostechnadzor № 1.

7. Basarygin Yu.M., Bulatov A.I., Proselkov Yu.M. Complications and accidents during drilling of oil and gas wells. – M. : Nedra, 2006. – 680 p.

8. Kuzmin V.N., Abashev A.G. Author's supervision of construction of production and exploration wells at oil fields of JSC «Udmurtneft» // Modern technologies of oil and gas extraction. Prospects for the development of the mineral resource complex (Russian and world experience): materials of the all-Russian scientific and practical conference. – Izhevsk, 2018. – P. 289–294.

9. Kuzmin V.N. Practical recommendations for prevention and elimination of geological and technological complications in drilling wells // Oil province. – 2020. – № 1. – P. 44–55.