



ПРОГНОЗИРОВАНИЕ  
ПРИХВАТА ТРУБЫ

ВОССТАНОВЛЕНИЕ  
ГЕРМЕТИЧНОСТИ  
КРЕПИ СКВАЖИН



# Нефтегаз.RU

ДЕЛОВОЙ ЖУРНАЛ

ИНТЕРЕСНО О СЕРЬЕЗНОМ

ISSN 2410-3837

3 [159] 2025

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БУРЕНИЯ



Входит в перечень ВАК (К1)

**25** ЛЕТ **ССК**

НАДЕЖНОСТЬ В ПАРТНЕРСТВЕ!  
КАЧЕСТВО В РАБОТЕ!  
УВЕРЕННОСТЬ В БУДУЩЕМ!

[www.sibserv.com](http://www.sibserv.com)

Сибирская  
Сервисная Компания  
основана 1 февраля

**2000**  
года

Годовой  
объем поисково-  
разведочного  
и эксплуатационного бурения  
превышает

**1,7** млн м  
проходки

[www.sibserv.com](http://www.sibserv.com)

**Сибирская  
Сервисная Компания:**  
25 лет успешных решений  
на благо энергетической  
безопасности  
России!

**ССК**

лучшая компания  
в номинации  
«Условия труда  
и репутация»

**3** года

ССК лучшая  
в эксплуатационном  
и разведочном  
бурении

**ССК**  
Сибирская Сервисная Компания

АО «Сибирская Сервисная Компания»

Адрес (исполнительный аппарат):  
125284, г. Москва, Ленинградский пр-т, д. 31а, стр. 1, эт. 9  
e-mail: cck@sibserv.com

Тел./факс:

**+7 (495) 225-75-95**

В  
**2014** г.

буровая ССК признана  
лучшей у Shell

**20**

**МЛН М**

проходки – объем  
поисково-разведочного  
и эксплуатационного  
бурения

**ГЕОГРАФИЯ**



Более  
**85** %

пробуренных скважин –  
горизонтальные

**25 лет**  
**Сибирская Сервисная  
Компания**  
является лидирующим  
российским независимым  
нефтесервисным  
предприятием

**2** года

лучшие  
в телеметрии  
и наклонно-  
направленном  
бурении

**ПАРТНЕРЫ**

Logos of partner companies: ROSNEFT, GAZPROM, GAZPROM NEFT, NOVATEK, LUKOIL, RUSSENEFT, TATNEFT, Neftisa, SALIM PETROLEUM, CHK, ALROSA, NNK, ARKTICGAZ.

**ССК**

входит в тройку лидеров  
в номинации  
«Экологические  
решения»



# НОВЫЕ ПОДХОДЫ К БЕЗОПАСНОСТИ ТЭК

ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В ПРОЕКТЕ

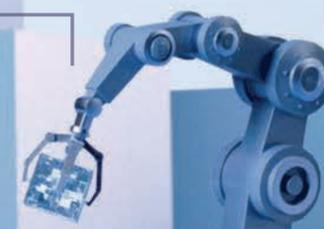
ВЗГЛЯД ИЗ КОСМОСА ↘



ЦИФРОВАЯ БУРОВАЯ —  
↙ НОВАЯ СТУПЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ

АВТОМАТИЗАЦИЯ  
И РОБОТЫ ↘

**ENSMAS**



НЕ ВКЛЮЧАТЬ  
РАБОТАЮТ ЛЮДИ

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР ↗



↑ ИСКУССТВЕННЫЙ  
ИНТЕЛЛЕКТ



**ПромМашТест**



**АБС Электро**

ЗАЩИТА ПРОМЫШЛЕННОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ ↙

**КЭАЗ** ЭНЕРГИЯ  
ЕДИНСТВА

↗ ПОЛИТИКА БЕЗОПАСНОСТИ



Safety.neftegaz.ru

РЕКЛАМА



**ANT ENGINEERING**

↙ БПЛА: ЗАЩИТА И УГРОЗА

**ТERRALINK**  
ТЕХНОЛОГИС



**pt**

↑ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

**kaspersky**



**ГАЗСТРОЙПРОМ**  
СТРОЙТРАНСНЕФТЕГАЗ

СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ СООРУЖЕНИЙ ↙



↙ ЗАЩИТА ДАННЫХ



↗ НОВОСТИ

Унификация математического аппарата квалиметрии для оценки качества бурения и капитального ремонта скважин



18

Прихват трубы и трудности его прогнозирования: проблема и решение



24

Тампонажный раствор с эффектом отложенной гидратации полимера для восстановления герметичности крепи скважины



30

Выигрышная комбинация расположения резцов PDC на породоразрушающем инструменте



36

Эпохи НГК 8

#### РОССИЯ *Главное*

Новыми стрелами по старым мишеням 10

Мягкая зима и прекращение транзита по ГТС Украины повлияли на добычу газа 12

*События* 14

*Первой строчкой* 16

#### НЕФТЕСЕРВИС

Унификация математического аппарата квалиметрии для оценки качества бурения и капитального ремонта скважин 18

#### НЕФТЕСЕРВИС

Прихват трубы и трудности его прогнозирования: проблема и решение 24

Тампонажный раствор с эффектом отложенной гидратации полимера для восстановления герметичности крепи скважины 30

Выигрышная комбинация расположения резцов PDC на породоразрушающем инструменте 36

#### ПРИКЛАДНАЯ НАУКА

Теоретическая концепция добычи твердых полезных ископаемых морского и океанического дна при помощи камуфлетно-гидромониторного эрлифтного метода 42

Носители для катализаторов пиролиза углеводородного сырья и их влияние на показатели процесса



48

Проблемы недропользования в странах ЕАЭС



76

ИИ в системах раннего предупреждения чрезвычайных ситуаций в арктических перевозках судами смешанного типа плавания



88

Совершенствование методов технико-экономической оценки эффективности разработки месторождений углеводородов



94

#### ПЕРЕРАБОТКА

Носители для катализаторов пиролиза углеводородного сырья и их влияние на показатели процесса 48

#### РЫНОК

Австрия: особенная страна на газовом рынке Европы 54

Российско-китайское сотрудничество в газовой сфере: современное состояние и перспективы развития в контексте реализации проекта «Сила Сибири» 58

#### ГОСРЕГУЛИРОВАНИЕ

Методологический инструментарий разработки и практической реализации государственной инвестиционной политики в нефтегазовом комплексе России 66

Проблемы недропользования в странах ЕАЭС 76

*Календарь событий* 87

#### ЦИФРОВИЗАЦИЯ

ИИ в системах раннего предупреждения чрезвычайных ситуаций в арктических перевозках судами смешанного типа плавания 88

*Россия в заголовках* 93

#### ЭКОНОМИКА

Совершенствование методов технико-экономической оценки эффективности разработки месторождений углеводородов 94

*Хронограф* 101

*Новости науки* 102

*Нефтегаз Life* 104

*Классификатор* 106

*Цитаты* 112

**206 лет назад**

В 1819 году на Аптекарском острове Санкт-Петербурга зажегся первый уличный газовый фонарь.

**134 года назад**

В 1891 году В.Г. Шухов изобрел промышленную установку термического крекинга нефти.

**114 лет назад**

В 1911 году на основании договора Императорского Автомобильного Общества с Товариществом «Братья Нобель» в России появились первые бензиновые заправочные станции.

**77 лет назад**

В 1948 году постановлением Совета министров СССР от 30 декабря в Министерстве нефтяной промышленности создан Главнефтегаз.

**51 год назад**

В 1974 году введен в эксплуатацию нефтепровод «Дружба-2», вдвое увеличивший возможности экспорта нефти.

**36 лет назад**

В 1989 году Министерство газовой промышленности СССР преобразовано в государственный газовый концерн «Газпром».

**25 лет назад**

В 2000 году открыто гигантское шельфовое нефтегазовое месторождение Кашаган с запасами 4,8 млрд т.

**23 года назад**

В 2002 году впервые в мировой нефтяной практике профессор А. Шабанов применил химические сенсоры и органические соединения для определения водного состава нефтяных пластов.

**21 год назад**

В 2004 году запущена первая очередь Каспийского трубопроводного консорциума. Цель проекта – соединить месторождения Западного Казахстана с российским побережьем Черного моря.

**13 лет назад**

В 2012 году введено в эксплуатацию Бованенковское нефтегазоконденсатное месторождение, открытое в 1971 году и названное в честь советского геолога Вадима Бованенко.

Издательство Neftegaz.RU

## РЕДАКЦИЯ

**Главный редактор**  
Ольга Бахтина

**Шеф-редактор**  
Анна Павлихина

**Редактор**  
Анастасия Никитина

**Аналитики**  
Анатолий Чижевский  
Дарья Беляева

**Журналисты**  
Анна Игнатьева  
Елена Алифирова  
Анастасия Гончаренко  
Анастасия Хасанова  
Анна Шевченко

**Дизайн и верстка**  
Елена Валетова

**Корректор**  
Виктор Блохин

## РЕДКОЛЛЕГИЯ

**Ампилов Юрий Петрович**  
д.т.н., профессор, МГУ им. М.В. Ломоносова

**Алюнов Александр Николаевич**  
к.т.н., ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

**Бажин Владимир Юрьевич**  
д.т.н., эксперт РАН, Санкт-Петербургский горный университет

**Гриценко Александр Иванович**  
д.т.н., профессор, академик РАН

**Гусев Юрий Павлович**  
к.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО НИУ МЭИ

**Данилов-Данильян Виктор Иванович**  
д.э.н., профессор, член-корреспондент РАН, Институт водных проблем РАН

**Двойников Михаил Владимирович**  
д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский горный университет

**Еремин Николай Александрович**  
д.т.н., профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

**Илюхин Андрей Владимирович**  
д.т.н., профессор, Советник РААСН, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет

**Каневская Регина Дмитриевна**  
действительный член РАН, д.т.н., профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

**Макаров Алексей Александрович**  
д.э.н., профессор, академик РАН, Институт энергетических исследований РАН

**Мастепанов Алексей Михайлович**  
д.э.н., профессор, академик РАН, Институт энергетической стратегии

**Панкратов Дмитрий Леонидович**  
д.т.н., профессор, Набережночелнинский институт

**Половинкин Валерий Николаевич**  
научный руководитель ФГУП «Крыловский государственный научный центр», д.т.н., профессор, эксперт РАН

**Салыгин Валерий Иванович**  
д.т.н., член-корреспондент РАН, профессор МИЭП МГИМО МИД РФ

**Третьяк Александр Яковлевич**  
д.т.н., профессор, Южно-Российский государственный политехнический университет, академик РАН



Издательство:  
ООО Информационное агентство Neftegaz.RU

**Директор**  
Ольга Бахтина

**Отдел рекламы**  
Дмитрий Аверьянов  
Валентина Горбунова  
Анна Егорова  
Марина Шевченко  
Галина Зуева  
Евгений Короленько

account@neftgaz.ru  
Тел.: +7 (495) 778-41-01

**Служба технической поддержки**  
Сергей Прибыткин

**Выставки, конференции, распространение**  
Мария Короткова

**Отдел по работе с клиентами**  
Екатерина Данильчук

Деловой журнал Neftegaz.RU зарегистрирован федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия в 2007 году, свидетельство о регистрации ПИ №ФС77-46285

**Адрес редакции:**  
123001, г. Москва, Благоевещенский пер., д. 3, с.1  
Тел.: +7 (495) 778-41-01  
www.neftgaz.ru  
e-mail: info@neftgaz.ru  
Подписной индекс Урал Пресс 013265

Переписка материалов журнала Neftegaz.RU невозможна без письменного разрешения главного редактора. Редакция не несет ответственности за достоверность информации, опубликованной в рекламных объявлениях, а также за политические, технологические, экономические и правовые прогнозы, представленные аналитиками. Ответственность за инвестиционные решения, принятые после прочтения журнала, несет инвестор.

Отпечатано в типографии «МЕДИАКОЛОР»

Заявленный тираж  
8000 экземпляров



ПРЕЖНЕЕ НАЗВАНИЕ «BEIJING AEROSPACE PETROCHEMICAL TECHNOLOGY AND EQUIPMENT ENGINEERING CORPORATION LIMITED»



## Высокоскоростной центробежный насос со встроенным редуктором (API 610 OH6)



Вертикальный насос (OH6)



Цех



Испытательный стенд



Сервис на площадке Сибур

## Насосные агрегаты • Запасные части • Сервис

- ▶ **Расход** 1~360 м³/ч, напор: 80~3600 м
- ▶ **Мощность двигателя** 5,5~2000 кВт
- ▶ **Температура** -130~+340 °C
- ▶ **Область применения:** нефтеперерабатывающая, нефтехимическая, химическая отрасли
- ▶ **Типичное применение:** этилен, пропилен, ПЭ, ПП, ТФК и др.
- ▶ **ISO Сертификаты:** ISO9001, ISO14001, OHSAS 18001  
EAC Сертификаты: TP TC 010/2011, TP TC 012/2011, TP TC 020/2011
- ▶ **Квалифицированный поставщик:** BASF, BP, CTCL, Daelim, Enter, Fluor, Foster Wheeler, GS, Hyundai, Saipem, Samsung, Tecnimont, Toyo
- ▶ **Насосы применялись** в процессах, лицензированных Invista, BP, Univation, Technip, UOP, Axens, Fluor, Siemens и Johnson Matthey
- ▶ **Конечные потребители в СНГ:** ООО «Амурский газохимический комплекс» (Сибур), Иркутская нефтяная компания, АО «ПОЛИЭФ» (Сибур), Русоско и ПКОП Шымкентский НПЗ

Штаб-квартира г. Пекин, Китай  
Контактное лицо: Лю Сяо  
Тел: +86-10-87094356, 87094328  
+8617319371970  
E-mail: liux@calt11.cn, burw@calt11.cn

Авторизованный дилер ООО «Юникс Инжиниринг»  
Тел/Факс: +7(495) 648-62-78  
E-mail: office@unix-eng.ru

24 февраля  
вступил в силу  
**16-й** пакет  
санкций ЕС

С 16%  
до **6%**  
сократился экспорт российского  
алюминия в ЕС за четыре года

**74**  
танкера  
попали в черный список

**ЕС**  
ввел запрет  
на временное хранение российской  
нефти и нефтепродуктов

## НОВЫМИ СТРЕЛАМИ ПО СТАРЫМ МИШЕНЯМ

Анна Павлихина

24 февраля вступил в силу шестнадцатый пакет санкций ЕС против России. Одновременно список своих рестрикций расширило правительство Великобритании, пополнив его новыми физлицами, компаниями и морскими судами. Эксперты по-разному оценивают влияние нововведений на российскую экономику, мнение одних сводится к равнодушному пренебрежению, другие призывают готовиться к далеко идущим последствиям. И те и другие правы в равной степени в зависимости от того, на чем концентрировать фокус.

Шестнадцатый пакет включил меры по запрету на ввоз ряда продуктов и технологий, в том числе жизненно важных для топливно-энергетического комплекса, но ранее в той или иной мере проведенных в жизнь предыдущими санкционными ограничениями. Так, практически дублируя четырнадцатый пакет, расширен запрет на импорт технологий, услуг и оборудования, используемых в процессах нефтедобычи. Это палки в колеса проектов по сжиганию газа и «Восток Ойл». Однако вот уже три года российские компании обходятся без европейского оборудования, аналитики напоминают, что на том же «Восток Ойл» применяют в основном оборудование российского производства, а «НОВАТЭК» уже несколько лет развивает свои СПГ-проекты в условиях отсутствия доступа к европейскому оборудованию, что дает основания оптимистично полагать, что эти пункты не окажут никакого чрезмерного воздействия на отрасль.

Иная ситуация с запретом на ввоз программного обеспечения, необходимого для проведения геолого-разведочных работ. Этот наиболее уязвимый сегмент нефтегазовой отрасли, традиционно испытывал потребность в импортных технологиях. Полное прекращение поставок не будет иметь сиюминутного



эффекта, но создаст сложности в будущем, ведь именно от ГРП зависит уровень и качество освоения новых месторождений, а значит, и объем добычи полезных ископаемых.

К незначительным запретам, предусмотренным новыми санкциями, можно отнести запрет на ввоз в Россию некоторых химических веществ, а также программного обеспечения, используемого в игровых консолях и джойстиках. На первый взгляд, странно, но это же ПО применяется при управлении беспилотными летательными аппаратами. Не обошлось без мер, призванных навредить финансовому сектору: под запрет попали транзакции финансовых организаций, использующих систему передачи финансовых сообщений Центробанка России, созданных за пределами РФ.

Не отнесимая к новшествам борьба с теневым флотом в шестнадцатом пакете приобретает новые контуры. Так, в черный список попали еще 74 танкера (это то, что мы отнесем к количественным изменениям) и пять портов (что уже можно считать поправкой на качество) – Приморск, Усть-Луга, Новороссийск, Астрахань и Махачкала, заподозренные в использовании для обхода потолка цен на нефть.

Все это сложно отнести к принципиальным нововведениям, в той или иной мере и финансовые институты, и промышленные предприятия уже научились существовать в атмосфере ограничения услуг и технологической изоляции. Эксперты сходятся во мнении, что страны Евросоюза исчерпали свои возможности, а каждый новый пакет санкций лишь увеличивает количество вовлеченных физических и юридических лиц.

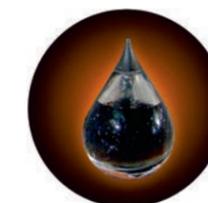
Но среди этих дублирующихся и незначительных ограничений есть те, которые должны настораживать, причем не только российских участников рынка.

Активно обсуждаются ограничения на импорт алюминия. Вводную также нельзя назвать принципиально новой, ведь ограничения на ввоз из России обработанных алюминиевых изделий был введен ранее. Теперь под запрет попал первичный алюминий. Вероятность в связи с этим коллапсов на рынке продукта ничтожно мала. И продавец, и покупатель без труда найдут новых партнеров. Импорт первичного алюминия из РФ в ЕС не был особенно велик, а за последние четыре года и вовсе уменьшился с 16 до 6%. Для России поставки в ЕС составляли не более 10% от общего экспорта алюминия. В свою очередь, европейские страны могут

закупать его более чем в пятнадцати странах, в числе которых страны Ближнего Востока и АТР. Сложно избавиться от предчувствия колебания цен на алюминий, но, скорее всего, кривые стоимости не выйдут за рамки разумного. В большей степени экспертов беспокоит другое последствие. Самым дорогим «компонентом» в производстве алюминия является электроэнергия, которая в Европе значительно более дорогая, чем в России, в связи с чем введение ограничений может привести к росту инфляции в европейских странах.

Еще одной санкционной мерой, которая негативно скажется на европейских компаниях не меньше, чем на российских, стал запрет на временное хранение в ЕС российской нефти и нефтепродуктов. Так как нововведение распространяется на нефть, продаваемую в пределах ценового потолка, оно обязательно скажется на объемах торговли. Для России это означает снижение поставок нефти в Европу и увеличение экспорта в Азию, вероятно, с большим дисконтом. Нефть придется везти в обход портов традиционного маршрута (Роттердам, а также порты Польши и Греции) и пользоваться портами в Турции и странах Северной Африки, что удлинит логистическое плечо, сделает доставку более долгой и приведет к повышению цены. Европейские компании также понесут убытки, в частности – занятые в сфере логистики, а также порты потеряют часть доходов.

Разработчики шестнадцатого пакета санкций уверены, что предусмотренные ими меры ударят по наиболее важным отраслям российской экономики. Не все с ними согласны. Звучат даже прогнозы, согласно которым запрет на хранение российской нефти в ЕС простимулирует развитие собственной инфраструктуры на российском Дальнем Востоке, что очень хорошо, ведь 80% нефти страна поставляет в азиатские страны. Другие не разделяют этого оптимизма и признают февральский пакет санкций наиболее жестким за последние три года, полагая, что он приведет к сокращению основных статей дохода российского бюджета. Но даже если согласиться, что февральские санкции не несут принципиальных новшеств и чрезвычайных рисков, то ограничения и запреты как минимум усложнят торговлю углеводородами и потребуют дополнительных расходов на логистику. ●



## МЯГКАЯ ЗИМА И ПРЕКРАЩЕНИЕ ТРАНЗИТА ПО ГТС УКРАИНЫ ПОВЛИЯЛИ НА ДОБЫЧУ ГАЗА

Елена Алифирова

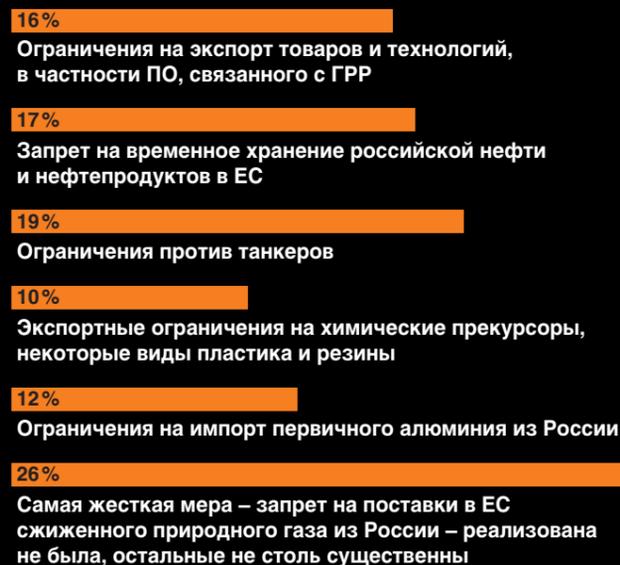
Добыча газа в России в январе 2025 г. снизилась по сравнению с аналогичным периодом прошлого года на 3%, составив 64,8 млрд м<sup>3</sup> с учетом газа, сожженного на факелах, но практически не изменилась к предыдущему месяцу, согласно статистике Минэнерго РФ. Основной причиной снижения добычи стал погодный фактор. Аномально низкие температуры в январе 2024 г. оказали поддержку как внутреннему потреблению, так и спросу на восточном и южном экспортных направлениях. На фоне сильных холодов, установившихся в январе 2024 г., в середине января Газпром обновил исторический рекорд суточных поставок по Единой системе газоснабжения России – 1,8147 млрд м<sup>3</sup> газа. Также в январе 2024 г. была установлена серия рекордов суточных поставок газа в Китай. Январь 2025 г. стал самым теплым для планеты за много лет. Кроме того, на динамике добычи газа сказались остановка с 1 января 2025 г. транзита российского трубопроводного газа в Европу по газотранспортной системе Украины. В результате у Газпрома на западном направлении остался единственный доступный маршрут поставок трубопроводного газа – через вторую нитку магистрального газопровода Турецкий поток и ее сухопутное продолжение. Сейчас этот маршрут работает на сверхпроектном уровне, но полностью компенсировать прекращение украинского транзита не может: в январе через Турецкий поток в Европу было поставлено 1,524 млрд м<sup>3</sup> газа, что на 27,6% больше, чем годом ранее, но в целом поставки трубопроводного газа в Европу снизились на 38,7%, по итогам февраля показатели были сопоставимы – 1,5 млрд м<sup>3</sup>. Прогноз на 2025 г. в целом – 18 млрд м<sup>3</sup> газа (при проектной мощности каждой из двух ниток МГП Турецкий поток на уровне 15,75 млрд м<sup>3</sup>) по сравнению с 31,7 млрд м<sup>3</sup> в 2024 г. по двум маршрутам (МГП Турецкий поток и ГТС Украины).

Мягкий январь, а также ограничения в рамках ОПЕК+ повлияли на показатели добычи газа у независимых производителей: НОВАТЭК снизил добычу газа почти на 1%, до 7,16 млрд м<sup>3</sup>, Роснефть – на 7,6%, до 6,3 млрд м<sup>3</sup>, Газпром нефть – на 2,2%, до 2,6 млрд м<sup>3</sup>, ЛУКОЙЛ – на 3%, до 1,54 млрд м<sup>3</sup>, Сургутнефтегаз – на 12,6%, до 491 млн м<sup>3</sup>, НК – на 5,2%, до 529 млн м<sup>3</sup>. ●

## Рейтинги Neftegaz.RU

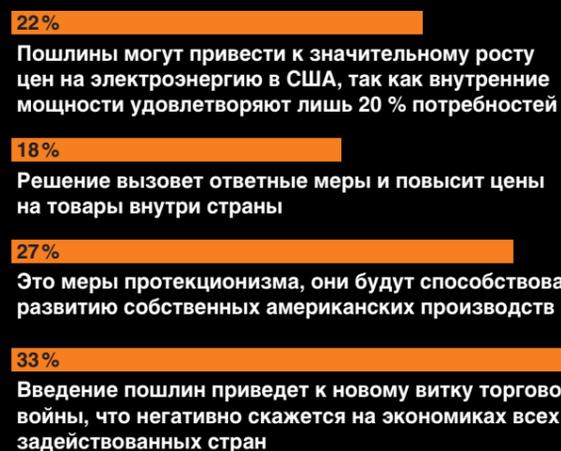
ЕС ввел шестнадцатый пакет санкций против России, запретив временное хранение российской нефти и нефтепродуктов и продолжив борьбу с теневым флотом. Скажутся ли эти меры принципиальным образом на экономике России и какое из ограничений сильнее всего ударит по топливно-энергетическому комплексу страны?

Какая мера шестнадцатого санкционного пакета ЕС наиболее вредна для экономики России?



1 февраля 2025 г. Д. Трамп подписал указ о повышении тарифов на товары из Канады, Китая и Мексики, а 10 февраля 2025 г. распорядился о введении пошлины в размере 25% на весь импорт стали и алюминия. К чему приведут эти нововведения и не окажутся ли сами США в проигрыше от предпринятых мер?

К каким последствиям приведет решение американского президента о повышении импортных пошлин?



реклама



HOTEL ASTORIA  
ST PETERSBURG

A ROCCO FORTE HOTEL

Исаакиевская пл. / Ул. Большая Морская, 39, Санкт-Петербург, 190031, Россия

Тел. +7 812 494 5757

roccofortehotels.com

Обвал рынка акций  
Выборы президента  
Газовые войны  
Запуск нового производства  
Северный поток  
Слияние капиталов  
Новый глава Роснефти  
Цены на нефть

Второй венка ВСТО  
Богучанская ГЭС запущена  
Продажа квот  
Цены на газ  
Южный поток  
Дошли руки до Арктики  
Северный поток достроили

## Индия планирует увеличить закупки нефти у США

Индия в ближайшем будущем может увеличить ежегодные объемы закупок энергоносителей из США с нынешних 15 млрд долл. до 25 млрд. долл. Страны намерены сфокусироваться на увеличении торговли нефтью и газом, увеличить инвестиции в энергетическую инфраструктуру, сотрудничать в области атомной энергетики, обороны и современных технологий. Кроме того, американский президент заявил о достижении договоренности с Индией вместе инициировать создание нового торгового маршрута, который пройдет от Индии до Израиля, Италии и далее до Соединенных Штатов, соединяя партнеров портами, железными дорогами и подводными кабелями.

## СПГ с КСПГ Портовая отправился в Китай

Газпром пытается доставить груз со среднетоннажного комплекса по производству сжиженного природного газа Газпром СПГ Портовая в Китай. КСПГ и два обслуживающих проект танкера-газовоза Великий Новгород и Псков были включены в санкционные списки США 10 января 2025 г.

**В Антарктике завершены работы по китайско-российскому проекту бурения и геофизических исследований. Уникальная скважина прошла через 540-метровую толщу льда и углубилась на полметра в подледниковые горные породы. Скважина на Земле Принцессы Елизаветы является единственной, где удалось получить ледяной керн по всей глубине и провести детальные геофизические измерения**

**Иран запустил газопровод Арсанджан – Голгохар для газоснабжения крупных металлургических заводов в провинции Керман. Также были введены в строй два цеха по производству губчатого железа производительностью 1,05 млн т в год, завод прямого восстановления железа мощностью 1,85 млн т в год, а также газопровод Арсанджан – Голгохар, призванный обеспечить газоснабжение сталелитейных предприятий**

Все торговые операции с СПГ-заводом должны быть свернуты до 27 февраля 2025 г. Несмотря на это Газпром осуществил отгрузку партии СПГ с КСПГ Портовая и пытается доставить ее в Китай: по данным Kpler, 13 февраля 2025 г. состоялась первая с начала месяца отгрузка СПГ, партию принял танкер-газовоз Псков (Pearl), который должен доставить ее на терминал в Тяньцзинь в Бохайском заливе 22 марта.

КСПГ Портовая остается важнейшим проектом для Газпрома на Северо-Западе, хотя проблемы с реализацией СПГ могут оказаться крайне серьезными.

## Увеличение мощности Сенгилеевской ГЭС

В рамках строительства нового здания Сенгилеевской ГЭС Каскада Кубанских ГЭС начались

работы по монтажу закладных частей гидротурбин. В новом здании будет установлено три гидроагрегата с радиально-осевыми гидротурбинами. На фундаментах завершена установка облицовок диффузоров и колен отсасывающих труб для всех трех гидроагрегатов, и осуществляется их сборка.

Следующий этап включает монтаж и закрепление спиральной камеры, ее соединение с напорными водоводами и последующее бетонирование. После завершения установки и бетонирования закладных частей начнется монтаж ключевых узлов гидротурбин. Программа комплексной модернизации предполагает полное обновление оборудования Сенгилеевской ГЭС и большинства ее гидротехнических сооружений. В настоящее время продолжается строительство нового водоприемника, уравнильной башни, металлических напорных водоводов, а также капитальный ремонт деривационного бетонного трубопровода. После завершения модернизации ожидается увеличение мощности гидроэлектростанции с 15 МВт до 17,85 МВт. РусГидро осуществляет Программу комплексной модернизации, за 12 лет реализации которой установленная мощность гидроэлектростанций увеличилась на 637,5 МВт.

## Новая электростанция на Самотлоре

Самотлорнефтегаз (добывающий актив Роснефти) запустил в работу новую электрическую подстанцию, чтобы обеспечить более надежное снабжение электроэнергией механизированного фонда скважин и объектов подготовки и перекачки нефти. Экономический эффект от ввода нового объекта составит порядка 425 млн руб. в год. Подстанция напряжением 110/35/6 кВ и мощностью 2×40 МВА оснащена современным силовым и коммутационным оборудованием российского производства, которое адаптировано для бесперебойной работы в климатических условиях Западной Сибири; автоматика управления и устройство релейной защиты обеспечивают удаленный контроль за оборудованием в режиме реального времени; электроника также позволяет провести онлайн-диагностику параметров работы силовых трансформаторов, в частности, химический анализ состояния трансформаторного масла; техническое обслуживание может осуществляться по состоянию, что позволяет продлить срок службы оборудования. Для питания подстанции построена двухцепная высоковольтная линия электропередачи протяженностью 16 км.

**ОПЕК сохранила прогноз роста мирового спроса на нефть в 2025 г. на 1,45 млн барр. в сутки, до 105,20 млн барр. в сутки. В 2026 г. ожидается рост мирового спроса на 1,43 млн барр. в сутки, до 106,63 млн барр. в сутки. Ожидается, что в 2025 г. спрос на нефть будут поддерживать авиоперевозки и высокая мобильность на дорогах, включая грузоперевозки. Также ожидается, что поддержка поступит от промышленного, строительного и сельскохозяйственного секторов в странах, не входящих в ОЭСР**

**Казатомпром и швейцарская Axpo Power AG совместно с Kernkraftwerk Leibstadt AG подписали контракт на поставку казахстанских природных урановых концентратов для атомных электростанций в Швейцарии. Казахский уран предназначен для АЭС Бецнау и Лейбштадт**

## Ядерная энергетика для развития ИИ

Правительство Франции анонсировало план по выделению 1 ГВт атомной энергии для создания высокотехнологичного кластера вычислительных мощностей, направленного на развитие искусственного интеллекта. Стоимость создания кластера составит несколько десятков млрд долл. Проект будет реализован компанией FluidStack, представители которой сообщили о намерении запустить в 2026 г. первую фазу кластера с потреблением энергии в 250 МВт на базе 120 тыс. чипов от Nvidia. Компания рассчитывает увеличить мощность кластера до 10 ГВт к 2030 г. Эксперты отмечают, что реализация планов может столкнуться с рисками нехватки финансирования или недостатка необходимых чипов, спрос на которые постоянно растет. Французские власти считают, что ядерная энергетика может стать конкурентным преимуществом

страны в глобальной борьбе за лидерство в сфере ИИ. Общая сумма инвестиций в развитие ИИ во Франции в ближайшие годы составит 109 млрд евро.

## Атомная энергетика в труднодоступных регионах

Национальный проект «Новые атомные и энергетические технологии» создаст необходимые комплексные технологические решения для повышения надежности энергоснабжения в изолированных и труднодоступных местах. Ключевым аспектом в развитии энергетических объектов является наличие доступного оборудования, в первую очередь российского производства. Удаленные территории имеют потенциал для развития атомной генерации. В частности, в Якутии планируется создание Кючусского промышленного кластера, для нужд которого Росатом собирается построить атомную станцию мощностью 110 МВт на основе реакторной установки РИТМ-2000. Также ведется сотрудничество с Курчатовским институтом по вопросам атомных термоэлектрических станций. В рамках проекта предусмотрены десять программ, включая «Технологии термоядерной энергетики», «Новое оборудование и технологии в электроэнергетике», а также «Новое оборудование и технологии в солнечной энергетике и ветрогенерации». ●

На **5,3%**  
Газпром нефть  
увеличила  
добычу  
углеводородов в 2024 г.,  
объем переработки  
вырос на **1,1%**



**8,4%**  
составил рост  
ВВП России  
за 2023–2024 годы



До **25** млрд  
долл.  
могут увеличить  
ежегодные  
объемы поставок  
энергоносителей  
Индия и США



На **27** тыс.  
барр./  
сутки  
до **8,98**  
барр. в сутки,  
Россия снизила  
добычу нефти в январе



**2,7** млн м<sup>3</sup>  
газа закупил  
Молдовагаз  
в Румынии для  
Приднестровья



На **17%**  
Siemens Energy увеличила  
выручку в I финансовом  
квартале года



**130** тыс. т  
**аммиака**  
отгрузил с момента запуска  
терминал Порт Фавор  
в Усть-Луге за 2 месяца



На **90%**  
готов Порт Лавна  
в Мурманской области



СИБУР Холдинг  
выпустил облигации  
на **350**  
млн  
долл.



На **9,4%**  
до **360**  
тыс. тонн,  
танкеры ASCO увеличили  
грузоперевозки в январе  
2025 года



На **130**  
тыс. барр./  
сутки  
ОПЕК+ снизил  
нефтедобычу  
в январе



На **25%**  
«Газпром нефть»  
снизила чистую  
прибыль в 2024 году



На **12,8%**  
вырос грузооборот  
турецких портов  
в январе



**1,1** млн  
домовладений  
могут подключить  
к газу в России до конца 2025 г.



**240** тыс.  
тонн  
сжиженного газа  
поставит Тенгизшевройл  
на внутренний рынок  
Казахстана



**2,1** млрд м<sup>3</sup>  
российского газа  
поставлено с начала 2025 г.  
по второй нитке МГП  
Турецкий поток в Европу



На **950**  
тыс. барр. в сутки  
до **102,7**  
млн барр./сутки,  
снизилось предложение  
нефти в мире в январе



На **5,3%**  
«Газпром нефть»  
нарастила добычу  
углеводородов в 2024 году



На **3,9%**  
Интер РАО увеличила  
выработку электроэнергии  
в 2024 г.



На **33%**  
выросла  
прибыль «Русснефти»  
по РСБУ в 2024 году





# УНИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА КВАЛИМЕТРИИ для оценки качества бурения и капитального ремонта скважин

В РАБОТЕ РАССМАТРИВАЮТСЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА И КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА СКВАЖИН (КРС). ПРИВОДЯТСЯ УНИФИЦИРОВАННЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ОТНОСИТЕЛЬНЫМИ И АБСОЛЮТНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КРИТЕРИЕВ БУРЕНИЯ И КРС. ФОРМУЛЫ, РАССМОТРЕННЫЕ В СТАТЬЕ, ВЫВЕДЕНА АУТОРОМ НА ОСНОВЕ ОБОБЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОПЫТА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ БУРОВЫХ И СКВАЖИННЫХ РАБОТ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

THE PAPER PRESENTS THE THEORETICAL ISSUES OF DRILLING AND WORKOVER QUALITY ESTIMATION. THE PAPER ALSO CONTAINS UNIFIED MATHEMATICAL RELATIONSHIPS BETWEEN RELATIVE AND ABSOLUTE INDICATORS OF DRILLING AND WORKOVER CRITERIA. THE AUTHOR DERIVED THIS FORMULAS BASED ON THE GENERALIZATION OF QUALITY MANAGING EXPERIENCE FOR DRILLING AND WELL WORK OPERATIONS IN THE RUSSIAN OIL AND GAS INDUSTRY

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: бурение, буровые работы, строительство скважин, качество бурения, управление качеством, квалиметрия, квалиметрия бурения.

**Ахмадуллин Эдуард Атласович**  
ведущий научный сотрудник  
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,  
к.т.н.

В настоящее время в российском топливно-энергетическом комплексе находят признание и применение подходы оценки эффективности и результативности строительства и капитального ремонта скважин (КРС) на основе научной дисциплины о количественном измерении качества – квалиметрии.

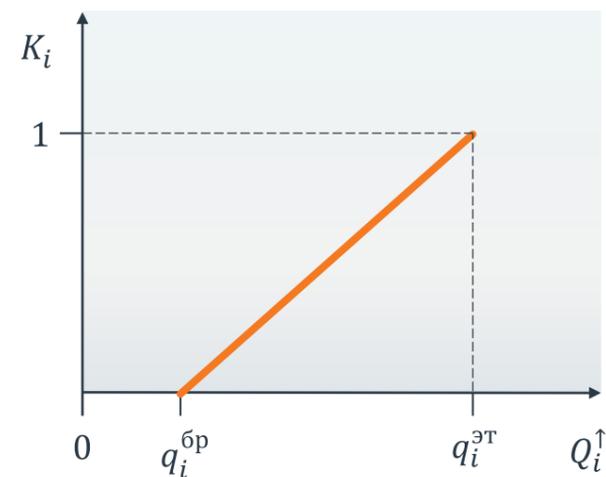
Данные подходы подразумевают перевод абсолютных показателей различных критериев бурения и КРС ( $Q_i$ ) в относительные безразмерные показатели ( $K_i$ ) посредством нормирования [1–3]:

$$K_i = \frac{Q_i - q_i^{бр}}{q_i^{эт} - q_i^{бр}}, \quad (I)$$

где:  $K_i$  – относительный показатель  $i$ -ого критерия бурения (ремонта) скважины в безразмерном виде;  $Q_i$  – абсолютный (фактический) показатель  $i$ -ого критерия в соответствующей шкале измерения,  $q_i^{эт}$  – эталонное значение показателя  $i$ -ого критерия, взятое из проектной документации на строительство (ремонт)

УДК 622.24(084.3)

РИСУНОК 1. График функции  $K_i = f(Q_i^{\uparrow})$



скважины или отраслевых нормативных документов,  $q_i^{бр}$  – браковочное значение показателя  $i$ -ого критерия, которое определяется как ближайшее к допустимому значению  $q_i^{доп}$  (наихудшему, но все же допустимому) и вместе с тем худшее, чем допустимое. Для абсолютных показателей, у которых  $q_i^{эт} < q_i^{доп}$ , браковочное значение  $q_i^{бр}$  должно быть выше допустимого  $q_i^{доп}$  (например,  $q_i^{бр} = q_i^{доп} + 1$ ), а для абсолютных показателей, у которых  $q_i^{доп} < q_i^{эт}$ , браковочное значение  $q_i^{бр}$  должно быть меньше допустимого  $q_i^{доп}$  (например,  $q_i^{бр} = q_i^{доп} - 1$ ).

Отметим, что для буровых работ обычно используются 11 критериев оценки: попадание в круг допуска, траектория ствола скважины, проходка, промывка скважины, герметичность обсадных колонн, сцепление цементного камня с породой, сцепление цементного камня с колонной, высота подъема цемента, освоение, организация работ и охрана окружающей среды; а для КРС – три критерия: технология работ, организация работ и охрана окружающей среды. Информация о критериях бурения и КРС, а также способах определения их абсолютных показателей подробно рассмотрены в работах [4–7]. В настоящей статье эти вопросы не затрагиваются с целью приоритетного рассмотрения теории количественной оценки качества.

РИСУНОК 3. График функции  $K_i = f(Q_i^{\uparrow})$

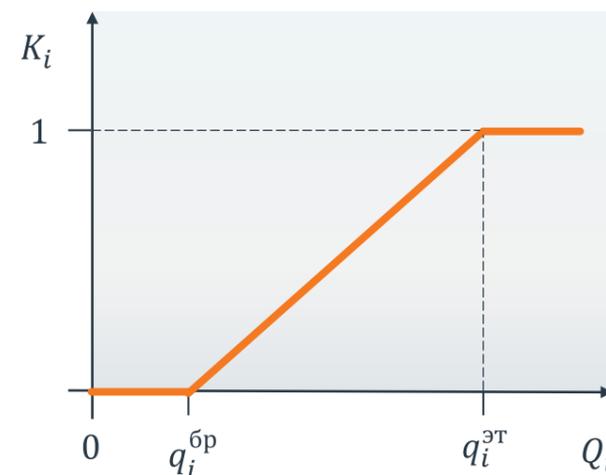
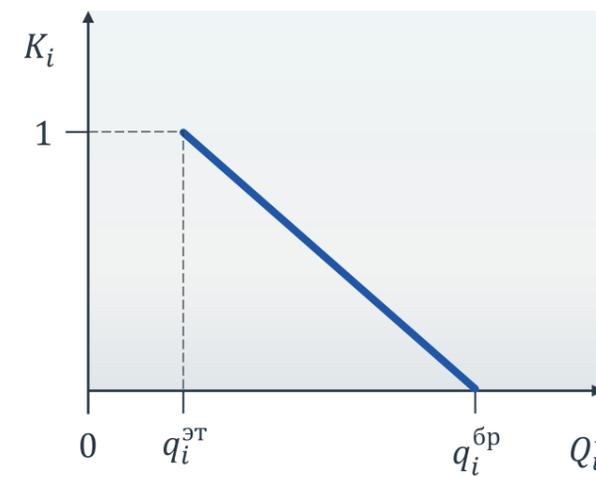


РИСУНОК 2. График функции  $K_i = f(Q_i^{\downarrow})$



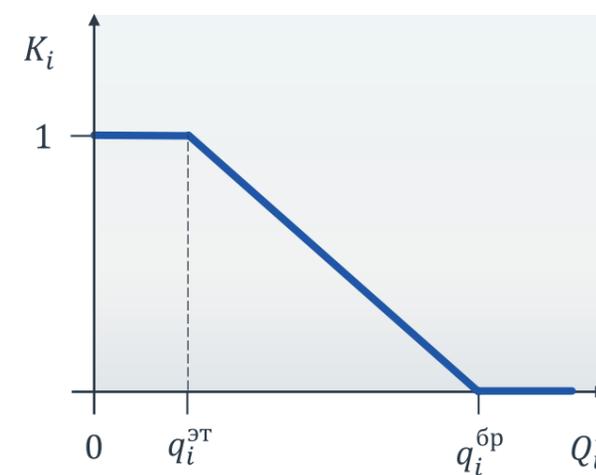
Учитывая, что абсолютные показатели ( $Q_i$ ) могут быть двух видов – возрастающими (у которых  $q_i^{бр} < q_i^{эт}$ ) и убывающими (у которых  $q_i^{эт} < q_i^{бр}$ ), график функциональной зависимости  $K_i$  от  $Q_i$  различен для возрастающих ( $Q_i^{\uparrow}$ ) и убывающих ( $Q_i^{\downarrow}$ ) абсолютных показателей (см. рис. 1 и 2 соответственно).

Обратим внимание, что графики на рис. 1 и 2 заданы только на интервале от браковочного значения до эталонного. Для большинства случаев оценки качества буровых и ремонтных работ этого вполне достаточно. Тем не менее бывают случаи, когда фактическое значение абсолютного показателя ( $Q_i$ ) может быть лучше эталонного значения ( $q_i^{эт}$ ) или хуже браковочного ( $q_i^{бр}$ ). В этом случае руководствуются следующим:

- Если фактическое значение абсолютного показателя лучше эталонного, то его относительный показатель равен единице (формула (I) не используется);
- Если фактическое значение абсолютного показателя хуже браковочного, то его относительный показатель равен нулю (формула (I) не используется).

С учетом этого формула (I) записывается математически для возрастающих показателей:

РИСУНОК 4. График функции  $K_i = f(Q_i^{\downarrow})$



$$K_i = \begin{cases} 0, & Q_i^\dagger < q_i^{6p} \\ \frac{Q_i^\dagger - q_i^{6p}}{q_i^{3T} - q_i^{6p}}, & q_i^{6p} \leq Q_i^\dagger \leq q_i^{3T}; \\ 1, & Q_i^\dagger > q_i^{3T} \end{cases} \quad (II)$$

для убывающих показателей:

$$K_i = \begin{cases} 1, & Q_i^\dagger < q_i^{3T} \\ \frac{Q_i^\dagger - q_i^{6p}}{q_i^{3T} - q_i^{6p}}, & q_i^{3T} \leq Q_i^\dagger \leq q_i^{6p}; \\ 0, & Q_i^\dagger > q_i^{6p} \end{cases} \quad (III)$$

Формулы (II) и (III) гарантированно нормируют относительный показатель, даже в тех случаях, когда фактические абсолютные показатели лучше эталонных и хуже браковочных значений. Функциональная зависимость, выраженная формулой (II), показана на рис. 3, а выраженная формулой (III) – на рис. 4.

Из формул (II) и (III) видно, что они описывают кусочно-заданную функцию при помощи различных линейных уравнений на трех интервалах области ее определения (см. рис. 3 и 4).

Используя математический аппарат, формулы вычисления относительных показателей критериев (II) и (III) можно унифицировать. Перечислим основные причины, в силу которых целесообразна такая модификация.

Во-первых, обратим внимание на то, что возрастающие абсолютные показатели переводятся в относительные по одной формуле (II), а убывающие – по другой (III). Используя функцию знака числа (сигнум-функцию), можно объединить эти формулы в одну универсальную.

Во-вторых, при помощи модуля формулу (II) для возрастающих абсолютных показателей можно записать в виде одной аналитической формулы, которая будет справедлива для всех интервалов области определения кусочно-заданной функции. Аналогичным образом формулу (III) для убывающих абсолютных показателей можно записать в виде другой аналитической формулы.

В-третьих, аналитические формулы для возрастающих и убывающих абсолютных показателей (см. выше) можно объединить в универсальную аналитическую формулу, используя специальные математические функции, такие как функцию знака числа (сигнум-функцию), функцию Хевисайда или нотацию Айверсона (скобку Айверсона).

### Универсальная формула

Формулы (II) и (III) можно объединить в одну универсальную формулу при помощи функции знака числа  $\text{sgn}(x)$ :

$$K_i = \begin{cases} 0, & \text{sgn}(x)(Q_i - q_i^{6p}) < 0 \\ \frac{Q_i - q_i^{6p}}{q_i^{3T} - q_i^{6p}}, & \begin{cases} \text{sgn}(x)(Q_i - q_i^{6p}) \geq 0, \\ \text{sgn}(x)(Q_i - q_i^{3T}) \leq 0 \end{cases} \\ 1, & \text{sgn}(x)(Q_i - q_i^{3T}) > 0 \end{cases} \quad (IV)$$

где – функция знака числа:

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} +1, & x > 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}, \quad x = q_i^{3T} - q_i^{6p}.$$

Функция знака числа  $\text{sgn}(x)$ , кроме указанных значений, может равняться нулю при  $x = 0$ , но так как  $q_i^{3T} \neq q_i^{6p}$ , нулевое значение функции  $\text{sgn}(x)$  в формуле (IV) не рассматривается. Отметим, что формула (IV) может использоваться при прикладных вычислениях, в том числе при создании программных продуктов для автоматизированного расчета относительных показателей критериев строительства и ремонта скважин. С этой целью приведем ее запись в нотации, введенной Кеннетом Айверсоном для языка программирования APL. Данная нотация является удобным математическим обозначением, позволяющим лаконично записать функцию знака числа  $\text{sgn}(x)$ , функцию Хевисайда и другие аналогичные.

Скобка Айверсона – функция, возвращающая значение «1» для истинного аргумента  $[P]$  и значение «0» для ложного аргумента  $[P]$ :

$$[P] = \begin{cases} 1, & P \text{ – истинно} \\ 0, & P \text{ – ложно} \end{cases}$$

Учитывая, что функция знака числа  $\text{sgn}(x)$  в нотации Айверсона выглядит как:

$$\text{sgn}(x) = [x > 0] - [x < 0],$$

формула (IV) со скобкой Айверсона принимает вид, не требующий указания отдельного подстрочного выражения для функции знака числа:

$$K_i = \begin{cases} 0, & ([q_i^{3T} - q_i^{6p}] > 0) - [(q_i^{3T} - q_i^{6p}) < 0](Q_i - q_i^{6p}) < 0 \\ \frac{Q_i - q_i^{6p}}{q_i^{3T} - q_i^{6p}}, & \{([q_i^{3T} - q_i^{6p}] > 0) - [(q_i^{3T} - q_i^{6p}) < 0](Q_i - q_i^{6p}) \geq 0 \\ & \{([q_i^{3T} - q_i^{6p}] > 0) - [(q_i^{3T} - q_i^{6p}) < 0](Q_i - q_i^{3T}) \leq 0 \\ 1, & ([q_i^{3T} - q_i^{6p}] > 0) - [(q_i^{3T} - q_i^{6p}) < 0](Q_i - q_i^{3T}) > 0 \end{cases}$$

### Аналитические формулы

Кроме того, формулы (II) и (III) можно выразить аналитически при помощи разности модулей для возрастающих показателей:

$$K_i = \frac{|Q_i^\dagger - q_i^{6p}| - |Q_i^\dagger - q_i^{3T}|}{2(q_i^{3T} - q_i^{6p})} + \frac{1}{2}; \quad (V)$$

для убывающих показателей:

$$K_i = \frac{|Q_i^\dagger - q_i^{6p}| - |Q_i^\dagger - q_i^{3T}|}{2(q_i^{6p} - q_i^{3T})} + \frac{1}{2}; \quad (VI)$$

График функциональной зависимости  $K_i = f(Q_i^\dagger)$ , заданный формулой (V), имеет вид, показанный на рис. 3, а график, заданный формулой (VI), – вид, показанный на рис. 4.

При помощи функции знака числа  $\text{sgn}(x)$  формулы (V) и (VI) можно объединить в одну универсальную формулу для возрастающих и убывающих показателей:

$$K_i = \frac{|Q_i - q_i^{6p}| - |Q_i - q_i^{3T}|}{2 \text{sgn}(x)(q_i^{3T} - q_i^{6p})} + \frac{1}{2}, \quad (VII)$$

где

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} +1, & x > 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}, \quad x = q_i^{3T} - q_i^{6p}.$$

Функция знака числа  $\text{sgn}(x)$  в формуле (VII) принимает положительное значение (+1) для возрастающих показателей  $Q_i^\dagger$  и отрицательное (-1) для убывающих

показателей  $Q_i^\dagger$ . В нотации Айверсона формула (VII) без подстрочного выражения для функции знака числа записывается как:

$$K_i = \frac{|Q_i - q_i^{6p}| - |Q_i - q_i^{3T}|}{2([q_i^{3T} - q_i^{6p}] > 0) - [(q_i^{3T} - q_i^{6p}) < 0](q_i^{3T} - q_i^{6p})} + \frac{1}{2}.$$

### Универсальная аналитическая формула

Отметим, что внешний вид формулы (VII) весьма далек от первоначальной формулы (I). Вместе с тем формулу (I) можно модифицировать так, чтобы она сохранила свой узнаваемый в квалиметрии вид и в то же время давала такие же результаты, что и формула (VII). Для этого в нее необходимо ввести две дополнительные функции Хевисайда (одну как множитель –  $A_\alpha$ , другую как показатель степени –  $B_\beta$ ), а также функцию знака числа:

$$K_i = \left( A_\alpha \frac{Q_i - q_i^{6p}}{q_i^{3T} - q_i^{6p}} \right)^{B_\beta}, \quad (VIII)$$

где  $A_\alpha$  – функция Хевисайда:

$$A_\alpha = \begin{cases} 0, & \alpha < 0 \\ 1, & \alpha \geq 0 \end{cases}, \quad \alpha = \text{sgn}(x) \cdot (Q_i - q_i^{6p});$$

$B_\beta$  – функция Хевисайда:

$$B_\beta = \begin{cases} 0, & \beta < 0 \\ 1, & \beta \geq 0 \end{cases}, \quad \beta = \text{sgn}(x) \cdot (q_i^{3T} - Q_i);$$

$\text{sgn}(x)$  – функция знака числа:

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} +1, & x > 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}, \quad x = q_i^{3T} - q_i^{6p}.$$

Первая функция Хевисайда  $A_\alpha$  отвечает за обнуление  $K_i$ , когда  $Q_i$  принимает значения хуже  $q_i^{6p}$ . Вторая функция Хевисайда  $B_\beta$  обращает  $K_i$  в единицу, когда  $Q_i$  принимает значения лучше  $q_i^{3T}$ . Функция знака числа  $\text{sgn}(x)$ , участвующая в обеих функциях Хевисайда  $A_\alpha$  и  $B_\beta$ , осуществляет «зеркальное отображение» графика в зависимости от того, с какими показателями приходится сталкиваться при вычислениях – с возрастающими или убывающими.

Учитывая, что функция Хевисайда со скобкой Айверсона выглядит как

$$\theta(x) = [x \geq 0],$$

формула (VIII) в нотации Айверсона принимает вид, не требующий указания подстрочных выражений для функций знака числа и Хевисайда:

$$K_i = \left( \frac{[([q_i^{3T} - q_i^{6p}] > 0) - [(q_i^{3T} - q_i^{6p}) < 0]](Q_i - q_i^{6p}) \geq 0}{[([q_i^{3T} - q_i^{6p}] > 0) - [(q_i^{3T} - q_i^{6p}) < 0]](q_i^{3T} - Q_i) \geq 0} \right)^{[([q_i^{3T} - q_i^{6p}] > 0) - [(q_i^{3T} - q_i^{6p}) < 0]](q_i^{3T} - Q_i) \geq 0}.$$

### Заключение

1. Выведенные автором математические формулы применимы для оценки качества строительства и капитального ремонта эксплуатационных нефтегазодобывающих и нагнетательных скважин.

Формулы (IV) – (VIII) позволяют получить относительные показатели  $K_i$  в безразмерном виде, изменяющиеся в диапазоне от нуля (наихудшее качество) до единицы (наилучшее качество), для их последующей математической свертки (агрегации) в итоговый комплексный показатель качества.

- Математические формулы (IV) – (VIII) позволяют обеспечить корректность вычислений относительных показателей критериев качества даже в тех случаях, когда  $Q_i$  принимает значения хуже браковочных  $q_i^{6p}$  или лучше эталонных  $q_i^{3T}$ .
- Универсальные формулы (IV), (VII) и (VIII) позволяют вычислять относительные показатели ( $K_i$ ) без необходимости детерминировать, каким именно является абсолютный показатель ( $Q_i$ ): возрастающим ( $Q_i^\dagger$ ) или убывающим ( $Q_i^\ddagger$ ).
- Указанные формулы могут использоваться при создании программных продуктов для автоматизированного расчета относительных показателей критериев строительства и ремонта скважин. С этой целью формулы приведены не только в алгебраической записи, но и в нотации Айверсона.
- Автоматизированная программа расчета комплексного показателя качества, разработанная на основе рассмотренного в статье унифицированного математического аппарата квалиметрии, доступна для ознакомления в сети интернет по ссылке: <https://disk.yandex.ru/d/yZ2G4tWmXhEHeQ>.
- Выведенные автором универсальные формулы (IV) – (VIII) могут использоваться для оценки качества не только в ТЭК, но и в тех отраслях промышленности, где абсолютные значения  $Q_i$  бывают хуже браковочных  $q_i^{6p}$  или лучше эталонных  $q_i^{3T}$ .

### Литература

- Азгальдов Г.Г., Костин А.В., Садовое В.В. Квалиметрия для всех: Учеб. пособие. – М.: ИД «ИнформЗнание», 2012. – 165 с.: ил. – ISBN 978-5-906036-03-2.
- Мнацаканов В.А., Ахмадуллин Э.А. Выбор оптимального метода оценки качества строительства скважин // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2023. – № 10. – С. 34–38. – ISSN 2410-3837. URL: <https://magazine.neftgaz.ru/articles/nefteservis/798459-vybor-optimalnogo-metoda-otsenki-kachestva-stroitelstva-skvazhin>.
- Ахмадуллин Э.А. Управление бурением и КРС на основе качества // Науч.-тех. журн. Вестник ассоциации буровых подрядчиков. – 2022. – № 3. – С. 36–40. – ISSN 2073-9877.
- Ахмадуллин Э.А. Как измерить качество бурения и КРС? [монография] – Москва, 2022. – 234 с.: ил., табл. – ISBN 978-5-600-03289-7. URL: <http://www.elibrary.ru/item.asp?id=54295269>.
- Ахмадуллин Э.А. К вопросу количественного измерения качества бурения // Производственно-технический журнал. Инженерная практика. – 2021. – № 11–12. – С. 72–75.
- Ахмадуллин Э.А. Квалиметрия буровых работ // Науч.-тех. журн. Вестник ассоциации буровых подрядчиков. – 2023. – № 1. – С. 23–26. – ISSN 2073-9877.
- Ахмадуллин Э.А. Квалиметрия работ по КРС // Науч.-тех. журн. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 5. – С. 60–63. – ISSN 0130-3872.

KEYWORDS: drilling, well works, drilling operations, drilling quality, quality management, qualimetry, drilling qualimetry.

# БУРОВОЙ РЕАГЕНТ «ASDAPAC»

Продукция «ASDAPAC» является повсеместно используемым материалом в качестве добавки к буровым растворам, также применяется в различных технологических жидкостях.

Полианионная целлюлоза «ASDAPAC» эффективна в качестве понизителя фильтрации и стабилизатора всех типов буровых растворов на водной основе и эффективна в пресных и соленых буровых растворах.

## ПРЕИМУЩЕСТВА НАШЕЙ ПРОДУКЦИИ



Контроль фильтрации всех типов буровых растворов



Высокая термостойкость (до 120 °C)



Контроль реологических параметров буровых растворов



Эффективна в растворах с различной минерализацией



Эффективна при высоких показателях pH (до 11,5)

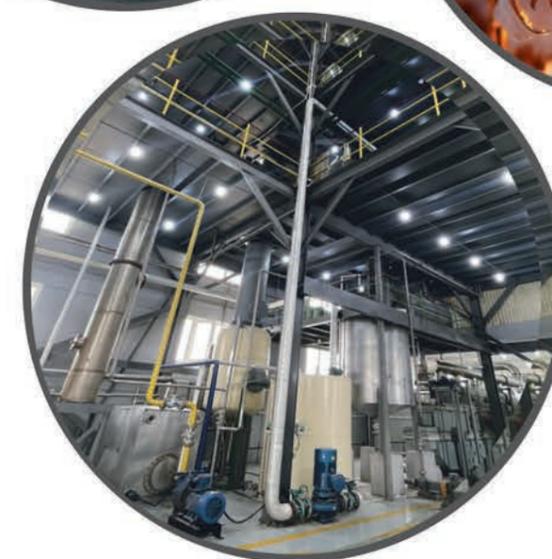
Буровые реагенты «ASDA» выбирают такие компании как:



Не секрет, что лучший хлопок выращивается в странах с жарким климатом, таких как **Египет, Индия, Пакистан, США и Узбекистан.**

Именно узбекский хлопок является уникальным, благодаря географическому расположению, которое обеспечивает прямое попадание солнечных лучей.

Мы отбираем **лучшие сорта хлопка** для изготовления нашей продукции «ASDA».



Лаборатории «PROMXIM IMPEX» аккредитованы под международный стандарт, и вся продукция соответствует стандартам **API (American Petroleum Institute)** и **ISO 13500:2008.**



Наша компания «PROMXIM IMPEX» является официальным членом Европейской нефтехимической ассоциации (EPCA).



+ (99899) 111 91 22



linkedin.com/company/asdacell



info@asda.uz



Республика Узбекистан, Ташкентская область, Зангиатинский район, ул. Намунали уйлар, 116



Подробная информация по QR-коду или на сайте [www.asda.uz](http://www.asda.uz)

# ПРИХВАТ ТРУБЫ И ТРУДНОСТИ ЕГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ: проблема и решение

**Сафаров Мехриддин Хасан угли**  
аспирант

**Ал-обаиди Софян Самеер**  
аспирант

**Минаев Константин Мадестович**  
доцент, к.х.н.

ОНД, Инженерная школа природных  
ресурсов ТПУ



ПРОБЛЕМА ПРИХВАТА ТРУБЫ ПРИ БУРЕНИИ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В ТОМ, ЧТО БУРИЛЬНЫЕ ТРУБЫ В СКВАЖИНАХ МОГУТ БЫТЬ ЗАБЛОКИРОВАНЫ ПО РАЗЛИЧНЫМ ПРИЧИНАМ, ТАКИМ КАК МЕХАНИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА, ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И НЕДОСТАТОЧНОЕ КОЛИЧЕСТВО БУРОВЫХ РАСТВОРОВ, ЧТО ПРИВОДИТ К ОГРАНИЧЕНИЮ ПОДВИЖНОСТИ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ. ИНЦИДЕНТЫ МОГУТ ЗНАЧИТЕЛЬНО СНИЗИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА БУРЕНИЯ И ПРИВЕСТИ К БОЛЬШИМ ЗАТРАТАМ И ЗАДЕРЖКАМ. СЛОЖНОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИХВАТА ТРУБЫ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В ТОМ, ЧТО ПРИЗНАКИ ИХ ПОЯВЛЕНИЯ ЧАСТО ТРУДНО РАСПОЗНАТЬ И МОЖНО ИНТЕРПРЕТИРОВАТЬ ПО-РАЗНОМУ В РАЗНЫХ СИТУАЦИЯХ И УСЛОВИЯХ. ЧТОБЫ СДЕЛАТЬ ТОЧНЫЙ ПРОГНОЗ, НЕОБХОДИМО ПРИНИМАТЬ ВО ВНИМАНИЕ ТАКИЕ ФАКТОРЫ, КАК РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУРОВОГО РАСТВОРА ИЛИ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧАСТО ОСНОВАНЫ ТОЛЬКО НА НЕСКОЛЬКИХ ПАРАМЕТРАХ – КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ И ГЛУБИНА БУРЕНИЯ, ЧТО МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ОШИБОЧНЫМ ПРОГНОЗАМ. ТАКИМ ОБРАЗОМ, ВСЕОБЪЕМЛЮЩЕГО, БЕЗОШИБОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРУДНО ДОСТИЧЬ БЕЗ УЧЕТА ВСЕХ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

*THE PROBLEM OF PIPE STICKING DURING DRILLING IS THAT DRILL PIPES IN WELLS CAN BE BLOCKED BY VARIOUS FACTORS, SUCH AS MECHANICAL STRESS, GEOLOGICAL CONDITIONS AND INSUFFICIENT AMOUNT OF DRILLING FLUIDS, WHICH LEADS TO LIMITED MOBILITY OF THE DRILL STRING. INCIDENTS CAN REDUCE THE EFFICIENCY OF THE DRILLING PROCESS AND LEAD TO HIGH COSTS AND DELAYS. THE DIFFICULTY OF PREDICTING PIPE SNAGS IN THE FACT THAT THE SIGNS OF THEIR OCCURRENCE ARE OFTEN DIFFICULT TO RECOGNIZE, AND THEY CAN BE INTERPRETED DIFFERENTLY IN DIFFERENT SITUATIONS AND CONDITIONS. MANY RELEVANT INFLUENCING FACTORS, SUCH AS THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF THE DRILLING FLUID OR GEOLOGICAL COMPLICATIONS, MUST BE TAKEN INTO ACCOUNT IN ORDER TO MAKE AN ACCURATE FORECAST. MODERN FORECASTING METHODS ARE OFTEN BASED ON A FEW PARAMETERS, SUCH AS TORQUE AND DRILLING DEPTH, WHICH CAN LEAD TO ERRONEOUS FORECASTS. THEREFORE, COMPREHENSIVE ERROR-FREE FORECASTING IS DIFFICULT TO ACHIEVE WITHOUT TAKING INTO ACCOUNT ALL RELEVANT INFLUENCING FACTORS AND THEIR INTERACTION*

Ключевые слова: *прихват трубы, бурение, прогнозирование, методы, трубы, колонна.*

Термин «прихват трубы» означает ситуацию, когда происходит остановка скважины из-за технических или геологических трудностей, таких как невозможность поднять буровую колонну или поддерживать циркуляцию бурового раствора. В худшем случае это может привести к потере всего колодца. Геологическая природа породы, такая как ее состав и конкретный интервал, в течение которого происходит закупорка, имеют решающее значение для риска прихвата трубы. Кроме того, также подчеркивается роль бурового раствора, который должен быть адаптирован к геологическим условиям в его разработке и выборе, чтобы избежать проблем [3].

Другим техническим аспектом является температура в месте контакта долота при резке породы, где возникают высокие температуры, которые могут вызвать дополнительную нагрузку на буровой раствор и повлиять на его качество [5].

Таким образом, указывается на сложные взаимодействия между геологическими, инженерными и химическими факторами, которые необходимо учитывать при бурении скважин, чтобы избежать таких проблем, как прихват трубы, или своевременно устранить их. Существуют сложные причины и обстоятельства, которые могут привести к так называемому «заеданию» при бурении, и особенно подчеркивается человеческий фактор, а также различные технические и геологические аспекты [9]. Попадание может быть вызвано недостатком или избытком смазочных материалов, особенно при резких углах сверления, выбор смазочных материалов и обращение с ними играют решающую роль в предотвращении таких проблем. Следует отметить, что перед приемкой операции по спуску, как правило, вызывают задержки, которые увеличивают крутящий момент на роторе, что

## ФАКТЫ Прихват трубы

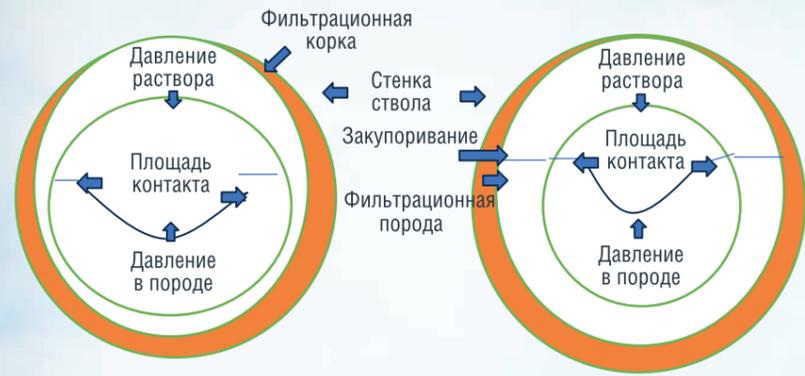
– это ситуация, при которой останавливают скважину из-за технических или геологических факторов вызвавших невозможность поднятия буровой колонны или поддержания циркуляции бурового раствора

может быть вызвано различными факторами, такими как обрушение породы или попадание инструмента в большие полости, возникающие в результате бурения в нестабильной породе без надлежащей техники спуска [18].

Следует подчеркнуть, что к каждому приему следует относиться индивидуально, поскольку его причины и последствия различаются в каждом конкретном случае. Для устранения засорения используются различные инструменты и химические реагенты, химические жидкости необходимо перекачивать в расчетный интервал, чтобы устранить засорение. В частности, при бурении глубоких скважин необходимо учитывать множество факторов, таких как вес крючка, длина и состав буровой колонны, а также конкретные параметры раствора, в котором произошел прием. Кроме того, рассматриваются потенциальные геологические осложнения в изучаемом интервале, которые также необходимо учитывать при поиске решения [17].

Перечислим различные типы прихвата трубы, каждый из которых представляет разные причины или подходы к решению проблемы включения:

РИСУНОК 1. Радиальный прихват колонны



Источник: составлено автором на основе данных [3]

дифференциальные, радиальные, механические и геологические прихваты, причем каждая из категорий сопряжена с различными техническими проблемами и подходами к решению проблем [1].

На сегодняшний день описываются причины появления «столбов и труб» при бурении скважин и объясняется, что почти 30% запусков в глубокие скважины устраняются путем бурения нового ствола. Причины возникновения засоров или трудностей при бурении включают несколько факторов, в том числе длительное нахождение буровой колонны в скважине без вращения, что может привести к прилипанию буровой колонны к стенкам скважины. В качестве возможных причин возникновения завалов называются также слишком низкая скорость подъема в забое, потеря веса раствора, а также кривизна ствола скважины и перепад давления. Кроме того, заклинивание в желобах и другие физические факторы могут привести к данным проблемам [10].

Вдобавок ко всему затычками называются сальниковые уплотнения, возникающие при подъеме буровых труб, когда буровая колонна отрывается от стенок скважины, что может привести к засорению. Тип закупорки особенно характерен для глинистых пород и в промежутках, когда толстая глинистая кора встречается с проницаемыми породами [3].

Таким образом, разъясняется множество факторов, которые могут вызвать проблемы при бурении, и подчеркивается сложность различных причин и последствий засоров.

Отмечаются различные факторы воздействия и технические проблемы, которые могут возникнуть при бурении скважин, а также подробно анализируются причины и последствия засоров и нарушений в процессе бурения.

Существует множество возможных нарушений и завалов, которые могут возникнуть во время бурения скважин, и указывается, как технические и геологические факторы взаимодействуют друг с другом, влияя на процесс бурения.

Другим распространенным методом уменьшения липкости корки и решения проблем, связанных с затягиванием буровых труб, является добавление графита серебра в буровой раствор.

### ФАКТЫ

30%

проблем при запуске глубоких скважин устраняются путем бурения нового ствола

Рекомендуемое количество составляет от 0,8 до 1,5% от отношения веса к объему [11].

Графит серебра действует как смазка и помогает уменьшить статическое трение между буровой колонной и стенками скважины, что значительно снижает вероятность образования завалов [15].

В заключение делается упор на химическую оптимизацию бурового раствора для повышения как эффективности, так и безопасности процесса бурения. Особо подчеркивается важность правильного выбора добавок и их дозировки для минимизации негативных побочных эффектов, таких как повышенная вязкость. Далее на рисунке 1 отобразим один из прихватов – радиальный.

На сегодняшний день существуют различные методы прогнозирования приема буровых труб, основанные преимущественно на мониторинге и анализе веса технологического инструмента (нагрузки на крюк) и глубины долота с последующим сравнением значений с показателями, прогнозируемыми моделями адаптивной и линейной регрессии. Если фактический вес технологического инструмента превышает прогнозируемые номинальные значения для данной глубины долота, выдается предупреждение, указывающее на высокую вероятность опасности зацепления или засорения. Данный метод обеспечивает относительно простой способ мониторинга процесса бурения путем раннего выявления потенциальных проблем, но он также имеет существенные ограничения, поскольку основан исключительно на параметрах веса и глубины инструмента без учета других критических факторов [6].

Существенным недостатком метода прогнозирования проблем бурения является то, что он не включает в прогноз такие важные параметры, как реологические и технологические свойства бурового раствора, которые существенно влияют на процесс образования завалов или событий прихвата трубы.

Для обеспечения точного и правильного прогнозирования необходимо установить пороговое значение веса технологического инструмента после определенного расстояния установки инструмента, например после 100 метров, на основе анализа среднего веса

инструмента. Однако шаг требует ручного участия квалифицированного персонала и не может выполняться автоматически [7].

Кроме того, существует еще один известный метод прогнозирования расхода буровой трубы, в котором используется прототип, включающий выбор значений для режимов бурения. Значения служат косвенными показателями технического состояния буровых столбов. После выбора соответствующих значений выполняется расчет шага параметров, который затем сравнивается с эталонными значениями. Если текущие значения параметров превышают установленные пределы контрольных значений, также генерируется сообщение, предупреждающее о потенциальном риске заражения. Данный метод используется не только для контроля спуска и подъема буровой трубы, но и для проходки, промывки и бурения, что означает, что он позволяет осуществлять непрерывный мониторинг всего процесса бурения [13].

В целом отмечается сложность и различные подходы к прогнозированию и предотвращению прихвата буровых труб, подчеркивая как преимущества, так и недостатки различных методов мониторинга и анализа процесса бурения. Описанные процедуры могут выявить возможные проблемы на ранней стадии, но требуют точной калибровки и интеграции всех соответствующих технических и реологических параметров для обеспечения правильного и надежного прогнозирования. Подробный анализ и дальнейшая разработка прогнозной модели необходимы для обнаружения и предотвращения неполадок в процессе бурения, а также освещения существующих проблем и ограничений различных методов.

Существенным недостатком используемых в настоящее время методов прогнозирования является то, что результаты часто неточны, поскольку модель имеет высокую чувствительность к данным о шуме, что может привести к прогнозированию поглощения в течение периода времени, в течение которого оно уже произошло [14].

Учитывая ограничения, техническая задача изобретения сформулирована для разработки модели искусственной нейронной сети, которая может в режиме реального времени прогнозировать включение колонны буровых труб в процессе бурения, обеспечивая таким образом раннюю идентификацию рисков и повышенную оперативность реагирования. Целью технического результата является значительное повышение надежности прогнозов и диагностики состояния колонны буровых труб с точки зрения риска прихвата, что должно быть достигнуто с помощью улучшенной модели.

Процедура прогнозирования поглощения буровой трубы описывается следующим образом: сначала создается набор данных о поглощении, полученных из уже пробуренных скважин. Затем набор данных помечается, сегментируется и сортируется по соответствующим характеристикам. Далее выполняется нормализация значений набора данных

### ФАКТЫ

От 0,8 до 1,5%

составляет отношение веса к объему при добавлении в буровой раствор графита серебра

с последующим разбиением набора данных на мелкие мини-наборы данных. На основе искусственной нейронной сети разрабатывается модель прогнозирования, которая улучшается за счет обучения с помощью мини-наборов. Модель проверяется как с помощью обучающих, так и тестовых данных, а ее качество оценивается с использованием полного набора данных перекрестной проверки, чтобы гарантировать, что она может давать надежные прогнозы [7].

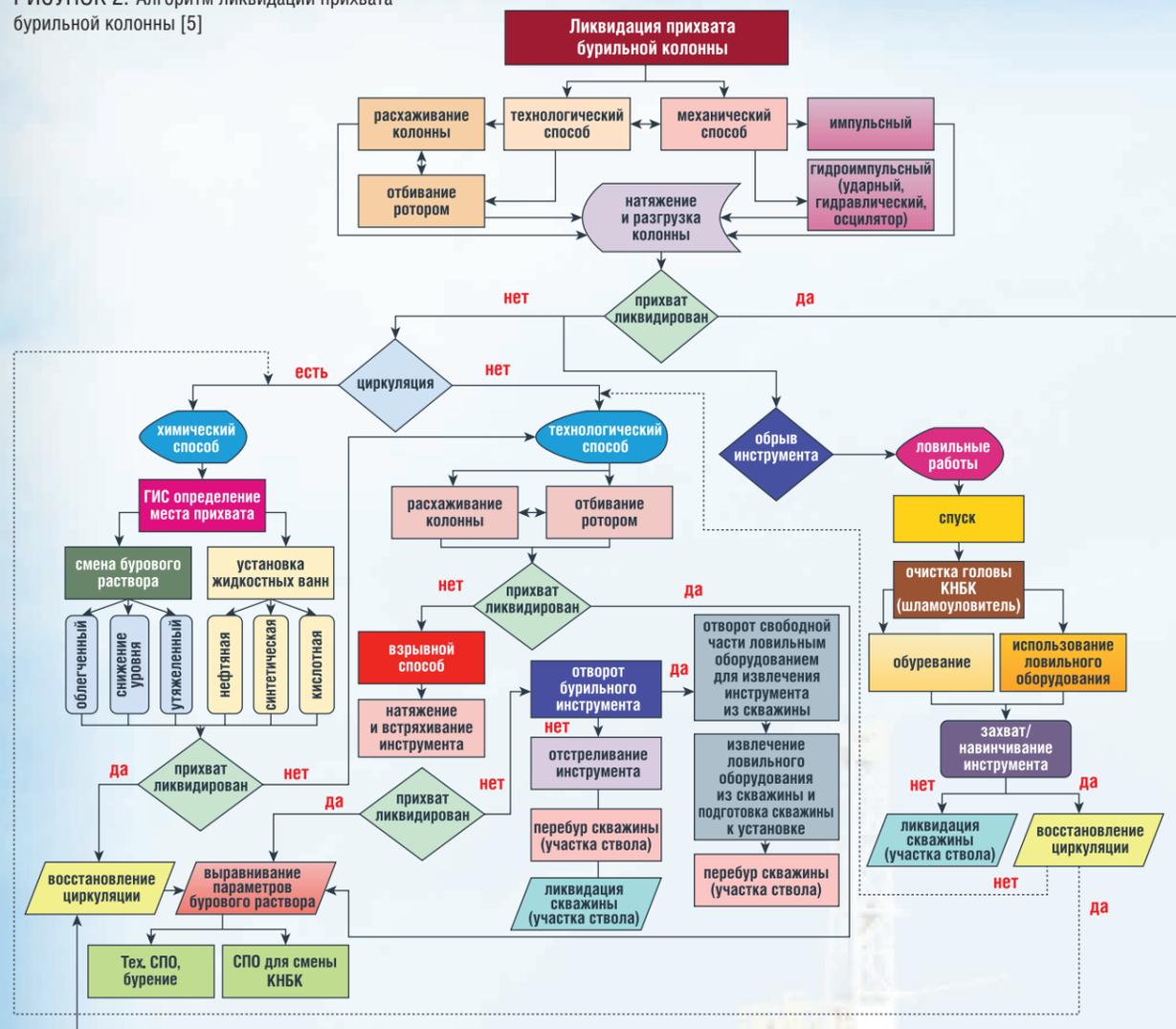
Основная причина возникновения заносов буровых труб и других нарушений в процессе бурения объясняется геологическими осложнениями скважин, а также несоответствием между свойствами и составом бурового раствора и используемым режимом промывки [2]. Следует отметить, что упругое удлинение играет важную роль в определении точки, в которой буровая колонна больше не может свободно перемещаться. В контексте конкретного инцидента описывается скважина, которая достигла глубины 1699 метров и в которой произошла потеря подвижности ствола после переворачивания ведущей буровой трубы и подрыва шпонок [13].

Геологические факторы, часто непредсказуемые или переменные, а также недостаточная адаптация бурового раствора к конкретным геологическим условиям могут увеличить риск выхода буровых труб, что делает необходимость в точных методах прогнозирования еще очевидной [8].

В заключение отметим, что показано, как точное и надежное прогнозирующее моделирование с помощью искусственных нейронных сетей может помочь улучшить технологию бурения и избежать таких проблем прихвата буровых труб. Благодаря точному учету геологических и технологических параметров модель может значительно улучшить стандарты безопасности и эффективности процесса бурения.

Стоит заметить, что техническое исследование, при котором верхняя граница прихвата трубы, то есть точка, в которой буровая колонна ограничена в диапазоне движения механической нагрузкой, определяется путем расчета свободной части колонны с учетом ее упругого удлинения из-за

РИСУНОК 2. Алгоритм ликвидации прихвата бурильной колонны [5]



растягивающей нагрузки, причем растягивающая нагрузка превышает собственный вес колонны. Инцидент иллюстрирует практический пример, когда критическое ограничение подвижности произошло из-за сочетания механических нагрузок и, возможно, недостаточной свободы перемещения бурильной колонны в скважине. Упоминание «восстановление скважины» и «спуск скважины» указывает на технически сложный этап бурения, который может осложниться непредвиденными механическими проблемами, такими как блокировка или зависание буровой колонны. Алгоритм учитывает ряд методов и технических подходов для контроля и предотвращения прихвата трубы в процессе бурения, особое внимание уделяется предотвращению и эффективному управлению такими инцидентами.

Контроль крутящего момента и скорости вращения, включая создание схемы соединения, представлен в качестве основного метода обеспечения высококачественного соединения с использованием современных технологий, таких как датчики, играющие центральную роль [20].

**ФАКТЫ**  
**Точное прогнозирование**  
обеспечивается путем установки порогового значения веса технологического инструмента после определенного расстояния установки инструмента

Датчики измеряют и регистрируют важные параметры: крутящий момент, выбранная передача, а также количество и скорость ввинчивания, передают собранные данные по радио в модуль управления, отвечающий за оценку и управление. Технологическая поддержка обеспечивает точный мониторинг процесса сверления, что помогает своевременно обнаруживать и предотвращать образование заусенцев.

Однако на эффективность мер по устранению прихвата трубы в значительной степени влияет тип и признаки появления прихвата. Существует ряд методов, которые не требуют наличия буровой бригады и дополнительных материалов или оборудования, обеспечивающих быстрое и ресурсосберегающее решение.

Если этого недостаточно, второй этап включает освобождение колонны, не выпуская ее за верхнюю границу прихвата трубы, и в дальнейшем используются трудоемкие процедуры, такие как отделение колонны с интервалом прихвата трубы с помощью ударных механизмов или удаление пыли с прихваченной колонны, а также удаление ее по частям.

Дополнительные процедуры также включают установку цементного моста для обеспечения устойчивости скважины и устранения заедания бурильной трубы. Решающим моментом в профилактике прихвата является раннее обнаружение начала определенного вида прихвата трубы, которого можно избежать, своевременно приняв меры [13].

Различные методы предотвращения прихвата трубы обеспечивают безопасность без больших затрат труда или материалов, однако трудно обнаружить ранние признаки появления прихвата трубы, поскольку они могут различаться в разных ситуациях, условиях и операциях и часто требуют детальной интерпретации. Однако правильная интерпретация признаков возможна только при учете множества влияющих факторов, что часто не может быть полностью гарантировано в существующих условиях.

Сегодня особое внимание уделяется разработке методов прогнозирования и диагностики прихвата трубы, которые позволяют систематически учитывать соответствующие влияющие факторы. Сводя к минимуму ошибочную интерпретацию характеристик и своевременное обнаружение прихвата трубы, можно снизить вероятность возникновения непредвиденных ситуаций и повысить эффективность всего процесса бурения. Стоит отметить, что данный фактор помог бы не только снизить экономические затраты, но и оптимизировать технические и технологические показатели процесса бурения, в частности за счет значительного сокращения времени, необходимого для ликвидации прихвата трубы. ●

**Литература**

- Денисов В.В., Иванова Т.Н. Анализ и устранение прихватов как один из способов снижения аварийности при бурении // Управление техносферой, 2022, том 5, выпуск 4. С. 399–407.
- Исмаиладзе Т.В. Обзор проблем прихвата трубы и ее прогнозирования [Электронный ресурс] / Т.В. Исмаиладзе. Молодой ученый. 2022. № 21 (416). С. 27–30.
- Латыпов А.М. Ликвидация прихватов колонны труб установкой ванны с низким значением поверхностного натяжения // Инновационные исследования: опыт, проблемы внедрения результатов и пути решения: сб. ст. между-нар. науч.-практ. конф., Киров, 15 ноября 2020 г., ООО «Аэтерна». – Уфа, 2020. – С. 27–31.
- Сафиуллин Л.А., Семенов А.Ф. Способы ликвидации прихвата бурильных колонн, также как и их выбор. «Трибуна Чикаго», 2020, выпуск 12. С. 56.
- Анализ прихвата трубы при бурении скважин в южно-иракских коллекторах известняка и песчаника / Ал-обаиди С.С., Харламов С.Н. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2024. – Т. 335. – № 8. – С. 91–111.
- Sharipov A.U. Well Drilling and Completion Efficiency Using Polymer Solutions / A.U. Sharipov, R.R. Lukmanov, K.V. Antonov, I.A. Chetvertnev: Obz. inf. – M.: VNIIOENG, 1995. – 31 с.
- Maikobi A.A. Factors Causing Differential Sticking of Drill String. Materials of the 72nd scientific and technical conference of students, graduate students and young scientists of USTU. In 2 tons. – Ufa. UNPC Publishing House UGNTU, – 2021. – Т. 1 – S. 543.

**ФАКТЫ**  
**Решающий фактор**

в профилактике прихвата – раннее обнаружение начала определенного вида прихвата трубы

- Belasky J.P., McCann D.P. and Leshikar J.F. A practical method for minimizing pipe sticking, combining surface and MWD measurements. Drilling Conference «Society of Petroleum Engineers / International Association of Drilling Contractors» SPE/IADC. Dallas, TX, USA. February 15–18, 1994 P. 94.
- Isamburg P., Ottesen S., Benaissa S. and Marty I.: Simulation cell for measuring the lubricity and pressure drop in the well. Drilling Conference «Society of Petroleum Engineers/International Association of Drilling Contractors» SPE/IADC. March 9–11, 1999 Amsterdam, Netherlands. P. 16.
- Al-obaidi S.S., Evan D., Kharlamov S.N. Progress on clay swelling inhibitors: a comprehensive review. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering, 2024, vol. 335, no. 10, pp. 146–166. DOI: 10.18799/24131830/2024/10/4868.
- Sharipov A.U. Development and use of polymer solutions in drilling and completion of deep wells / A.U. Sharipov, K.V. Antonov, R.R. Lukmanov. – Ufa: Tau, 2003. – 168 p.
- Amanullah M. and Al-Arfaj M.K.: A novel method and apparatus for evaluating the effectiveness of fluid baths. Annual technical symposium and exhibition «Society of Petroleum Engineers» in Saudi Arabia. Dammam, Saudi Arabia. April 24–27, 2017. P. 82.
- Biondi A., Giannini R., Madia L. & Ferrara P.: Laboratory equipment to study sticking due to differential pressure and drill string release mechanism. Fourteenth Offshore Mediterranean Conference and Exhibition, Ravenna, Italy. March 27–29, 2019. P. 20.
- Angelopolu O.K., Podgornov V.M., Avakov V.E. Drilling fluids for complicated conditions. – M.: Nedra, 1988. – 135 pp.
- Maikobi A.A. Modern Methods of Evaluation and Testing of Fluid Baths for Removal of Differential Sticking of Drill Pipe. International Scientific and Technical Conference «Modern Technologies in Oil and Gas Business-2021». Institute of Oil and Gas FSBEI HE UGNTU Oktyabrsky. 26 Mar. 2021. P. 23.
- Maikobi A.A., Ismakov R.A. Best Practices for Reducing Drill Pipe Sticking. International scientific and practical conference «Technological solutions for well construction at fields with complex geological and technological conditions for their development», dedicated to the memory of Viktor Efimovich Kopylov. Tyumen Industrial University. Tyumen. February 15–17, 2022. P. 89.
- Maikobi A.A., Al-Sukhili M.H.A., Tahir J.I. Modern methods for eliminating stuck drill pipes caused by rock pressure. International Scientific and Technical Conference «Modern Technologies in Oil and Gas Business-2023» Institute of Oil and Gas FSBEI HE USTU, Oktyabrsky. March 24, 2023. P. 144.
- Yusef A., Yakhin A.R., Yusupova L.F., Ali N.M. Study of lubricating additives for expanding the expandable pipe in monodiameter wells // Oil and gas business. – 2024. – Vol. 22. – № 1. – p. 25–33.
- Maikobi A.A., Al-sukhili M.H.A., Tahir J.I. Active methods to eliminate stuck drill pipe caused by a combination of rock pressure and tectonic stresses. XIV International Scientific and Technical Conference «TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS (TTS-23)» Institute of Oil, Gas and Energy, Kuban State Technological University. Krasnodar. November 20, 2023. P. 68.
- Maikobi A.A. Method and Apparatus to Evaluate the Performance of Spotting Fluids in Differential Pressure Sticking International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of the Faculty of Mining and 100 on the anniversary of the scientist Spivak Alexander Ivanovich. FSBEI HE USTU Ufa. November 23, 2023. P. 125.

KEYWORDS: pipe anchoring, drilling, forecasting, methods, pipes, columns.

# ТАМПОНАЖНЫЙ РАСТВОР С ЭФФЕКТОМ ОТЛОЖЕННОЙ ГИДРАТАЦИИ ПОЛИМЕРА

## ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ КРЕПИ СКВАЖИНЫ

ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН ОСОБОЕ ВНИМАНИЕ УДЕЛЯЕТСЯ КРЕПЛЕНИЮ СТВОЛА ОБСАДНЫМИ ТРУБАМИ И ТАМПОНИРОВАНИЮ ЗАКОЛОННОГО ПРОСТРАНСТВА. ПРИ БУРЕНИИ, ПЕРФОРАЦИИ И ГИДРОРАЗРЫВЕ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА ЦЕМЕНТНЫЙ КАМЕНЬ ИСПЫТЫВАЕТ ПОВЫШЕННЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ, А В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ – АГРЕССИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЛАСТОВОГО ФЛЮИДА, ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ. ВСЕ ЭТО МОЖЕТ ЯВЛЯТЬСЯ ПРИЧИНОЙ ОБРАЗОВАНИЯ ТРЕЩИН И КАНАЛОВ, СНИЖАЮЩИХ КАЧЕСТВО КРЕПИ И ПРИВОДЯЩИХ К ЗАКОЛОННЫМ ПЕРЕТОКАМ. СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ДАННОЙ ПРОБЛЕМЫ ХАРАКТЕРИЗУЮТСЯ НЕПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫМ ЭФФЕКТОМ И ВЫСОКОЙ СТОИМОСТЬЮ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТНО-ИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ. В СВЯЗИ С ЭТИМ РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ЗАКОЛОННОГО ПРОСТРАНСТВА СКВАЖИН ЯВЛЯЕТСЯ АКТУАЛЬНОЙ ЗАДАЧЕЙ И ПОЗВОЛИТ ЗНАЧИТЕЛЬНО ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ. В РАБОТЕ РАССМАТРИВАЕТСЯ ТАМПОНАЖНЫЙ РАСТВОР С «САМОЗАЛЕЧИВАЮЩИМИСЯ» СВОЙСТВАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В ЕГО СОСТАВЕ ВОДОНАБУХАЮЩЕГО ПОЛИМЕРА. ПРИВЕДЕНА МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СНИЖЕНИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ КАНАЛОВ В ЦЕМЕНТНОМ КАМНЕ ЗА СЧЕТ ЭФФЕКТА ОТЛОЖЕННОЙ ГИДРАТАЦИИ ПОЛИМЕРА

*WHEN CONSTRUCTING OIL AND GAS WELLS, SPECIAL ATTENTION IS PAID TO WELL CASING AND PLUGGING THE BOREHOLE ANNULUS. WHEN DRILLING, PERFORATING AND HYDRAULICALLY FRACTURING THE PRODUCTIVE FORMATION, THE CEMENT STONE EXPERIENCES INCREASED DYNAMIC LOADS, AND DURING OPERATION – AGGRESSIVE EFFECTS OF FORMATION FLUID, ROCK PRESSURE AND TEMPERATURE. ALL THIS CAN CAUSE CRACKS AND CHANNELS THAT REDUCE THE QUALITY OF THE LINING AND LEAD TO BEHIND-THE-CASING LEAKAGE. EXISTING METHODS FOR SOLVING THIS PROBLEM ARE CHARACTERIZED BY A SHORT-TERM EFFECT AND HIGH COST OF REPAIR AND INSULATION WORK. IN THIS REGARD, THE DEVELOPMENT OF NEW TECHNOLOGIES AND MATERIALS FOR RESTORING THE TIGHTNESS OF THE BOREHOLE ANNULUS OF WELLS IS AN URGENT TASK AND IT WILL SIGNIFICANTLY IMPROVE THE EFFICIENCY OF HYDROCARBON DEPOSITS. THE WORK CONSIDERS A CEMENT SLURRY WITH "SELF-HEALING" PROPERTIES USING A WATER-SWELLING POLYMER IN ITS COMPOSITION. A METHODOLOGY FOR STUDYING THE PERMEABILITY REDUCTION OF CHANNELS IN CEMENT STONE DUE TO THE EFFECT OF DELAYED HYDRATION OF THE POLYMER IS PRESENTED*

Ключевые слова: водонабухающий полимер, тампонажный раствор, «самозалечивающиеся» свойства, прочность цементного камня, герметичность крепи скважины, эффект отложенной гидратации полимера.

**Блинов Павел Александрович**

доцент кафедры бурения скважин

**Салахов Камиль Наилевич**

аспирант кафедры бурения скважин

**Никишин Вячеслав Валерьевич**

доцент кафедры бурения скважин

**Хаирова Дарья Сергеевна**

студент кафедры бурения скважин

**Мысин Алексей Владимирович**

доцент кафедры бурения скважин

Санкт-Петербургский горный университет

УДК 622.245.1

Сохранение герметичности затрубного пространства скважин является актуальной проблемой для нефтегазовой отрасли, поскольку напрямую связано с безопасной эксплуатацией и экономической эффективностью добычи углеводородов. Наличие трещин и каналов в крепи скважины приводит к заколонным перетокам и межколонному давлению, а также к повышению обводненности продукции [1–3].

Существующие методы решения данной проблемы имеют свои недостатки, связанные с кратковременным эффектом и высокой стоимостью проведения ремонтно-изоляционных работ. Разработка новых технологий и материалов для восстановления герметичности крепи скважин является актуальной задачей и может значительно повысить эффективность эксплуатации месторождений углеводородов [4, 5].

При бурении, перфорации и гидроразрыве продуктивного пласта цементный камень испытывает повышенные динамические нагрузки, а в процессе эксплуатации – агрессивное воздействие пластового флюида, горного давления и температуры. В результате этого могут возникнуть трещины и каналы, по которым возможно движение пластового флюида [6, 7].

Основным положительным фактором концепции восстановления герметичности затрубного пространства скважины «самозалечиванием» является автономность и пролонгированная активация добавок, начинающаяся при возникновении трещины и появлении в ней пластового флюида

Для устранения указанных проблем, возникающих в процессе жизненного цикла скважин, используются специально разработанные методы [8–10].

В ряде исследований упоминается о «самозалечивании» цементного камня. Самозалечивание реализовывалось путем применения специальных добавок в тампонажный раствор при его затворении с последующей активацией при контакте с пластовым флюидом,

прорывающимся по трещинам в цементном камне. В качестве таких добавок использовались полимеры, волокна и бактерии [11, 12, 2].

Добавка полимера влияет на технологические параметры тампонажного раствора и цементного камня, такие как плотность, прочность, растекаемость и консистенция. Поэтому при использовании полимера его частицы покрывались водорастворимой оболочкой, которая растворялась пластовым флюидом с последующим его набуханием, приводящим к перекрытию трещины в цементном камне и восстановлению герметичности крепи [1, 2, 13].

Добавка бактерий в тампонажный раствор позволяет закупорить образованные трещины лактатом кальция, являющегося продуктом жизнедеятельности микроорганизмов при поглощении ими кальция, содержащегося в цементном камне. Процесс «самозалечивания» бактериями достаточно долгий и может достигать нескольких месяцев [14, 15, 16].

Основным положительным фактором концепции восстановления герметичности затрубного пространства скважины «самозалечиванием» является автономность и пролонгированная активация добавок, начинающаяся при

возникновении трещины и появлении в ней пластового флюида [17].

Задача настоящей работы заключается в разработке тампонажного раствора, способного в автономном режиме герметизировать появляющиеся водопроводящие капиллярные каналы в цементном камне за счет эффекта отложенной гидратации полимера марки ЛП-6С в трехслойной оболочке из ПЭГ-6000 [18].

### Методы

Для реализации поставленной задачи определены основные направления исследований эффекта отложенной гидратации полимера марки ЛП-6С в трехслойной оболочке из ПЭГ-6000 в составе тампонажного раствора.

### Определение прочности образца цементного камня на сжатие

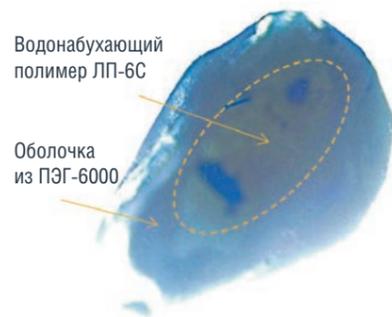
В экспериментальных исследованиях на сжатие цементного камня (ГОСТ 34532-2019) было установлено, что добавка в тампонажный раствор на основе ПЦТ-1-50 полимера марки ЛП-6С приводит к снижению его прочности. При контакте с водой ЛП-6С наблюдалась высокая скорость гидратации, вследствие чего нарушалась структура цементного камня. В работах, посвященных исследованиям влияния добавок микрокремнезема, было установлено увеличение прочностных характеристик цементного камня. В связи с этим для компенсации снижения прочности цементного камня в его состав был введен микрокремнезем МК (ГОСТ Р 58894-2020) в концентрации 10%. Рецептура нового ТР выглядела следующим образом: вода + ПЦТ-1-50 + ПЭГ-6000 + МК. Результаты исследования показали, что добавление в состав тампонажного раствора 10% микрокремнезема повысило прочность цементного камня практически на 21% в течение двух суток. Данное увеличение показателей прочности помогло скомпенсировать потери при добавлении водонабухающего полимера ЛП-6С в оболочке из ПЭГ-6000. Положительно повлияло на прочностные характеристики удалось при содержании 0,5% и 1% ЛП-6С в цементном растворе. Повысить прочность при 5%-ном содержании полимера хоть и удалось, однако этого было недостаточно. Его потеря прочности после добавления микрокремнезема составила 30%, в отличие от 0,5% и 1% добавления ЛП-6С, чьи потери прочности составили 0% и 5% соответственно, что является предельно допустимыми значениями.

### Покрывание оболочки ЛП-6С

По результатам анализа литературных источников было установлено, что оболочки, получаемые на основе КМЦ, желатина и поливинилового спирта, обладают способностью к набуханию, что негативно отражается на формировании структуры цементного камня [13, 19]. Оболочка из ПЭГ благодаря своей высокой молекулярной массе обладает способностью медленно растворяться в воде, не набухая, в отличие от вышеперечисленных оболочек. Кроме того, при введении ПЭГ в состав тампонажного раствора на ранней стадии твердения наблюдается замедление процесса гидратации, что приводит к снижению тепловыделения, а на поздних стадиях твердения отмечается связывание портландита в органоминеральные комплексы, что сопровождается ускорением процесса структурообразования и, как следствие, повышением прочности искусственного камня [20].

Создание оболочки вокруг частиц водонабухающего полимера осуществлялось путем введения его в водный раствор ПЭГ-6000 (вода/ПЭГ-6000 = 0,8) с последующей дегидратацией в сушильном шкафу в течение 4 ч, затем полученный материал диспергировался до требуемой фракции. Сформированная оболочка позволила реализовать эффект отложенной гидратации полимера на период 2 ч. Для пролонгации срока действия данного эффекта формировались дополнительные слои оболочки из ПЭГ-6000 аналогичным способом. В результате полученная трехслойная оболочка (рисунок 1)

РИСУНОК 1. Водонабухающий полимер ЛП-6С в трехслойной оболочке из ПЭГ-6000 (составлен авторами)



позволила на 6 ч увеличить время до начала гидратации полимера, что позволяет избежать нарушения структуры цементного камня в процессе его твердения.

Из рисунка 1 видно, что водонабухающий полимер ЛП-6С полностью покрыт оболочкой из ПЭГ-6000.

### Динамика набухания ЛП-6С

Лабораторные опыты показали, что сухой ЛП-6С имеет превосходную динамику набухания. Трехслойная оболочка из ПЭГ-6000 позволила в первые 6 часов добиться ограничения увеличения объема полимера лишь до 10%, а после полного растворения оболочки полимер начал активно гидратировать и набухать.

В минерализованной воде динамика набухания ЛП-6С показала схожие результаты. Концентрация солей в воде влияла только на скорость набухания полимера, но не на изменение его объема.

### Растекаемость тампонажного раствора

По результатам экспериментальных исследований тампонажного раствора в соответствии с ГОСТ 34532-2019 можно отметить, что добавление чистого водонабухающего полимера марки ЛП-6С существенно снижает его подвижность. Добавка водонабухающего полимера с оболочкой из ПЭГ-6000 в концентрации 5% позволила повысить растекаемость с 9 до 16 см.

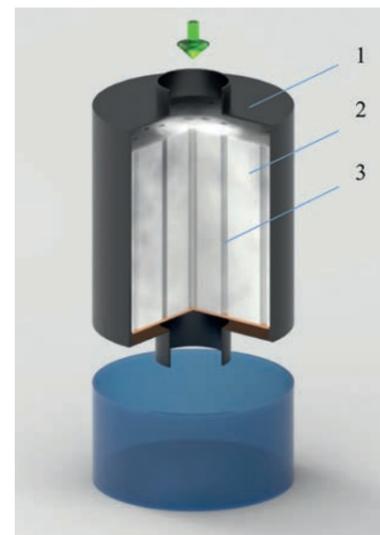
1. Проницаемость каналов в цементном камне.

Для оценки герметизирующих свойств полимера с оболочкой разработан экспериментальный стенд имитирующий процесс фильтрации жидкости в каналах цементного камня (рисунок 2).

Загрузочная ячейка 1 с проволокой диаметром 0,4 мм, имитирующей водопроводящие каналы 3 заполняется тампонажным раствором 2. По истечении суток производится извлечение проволоки с целью освобождения водопроводящих каналов. Через 48 ч загрузочная ячейка подключается к опрессовочному насосу, при помощи которого подается жидкость. Ежечасно фиксировались объем жидкости,

проходящей сквозь каналы в цементном камне, и давление нагнетания по манометру.

РИСУНОК 2. Экспериментальный стенд (составлен авторами)



Исследовались тампонажные растворы следующих составов с В:Ц = 0,5:

- ПЦТ – 1- 50 + 0,5% ЛП-6С;
- ПЦТ – 1- 50 + 1% ЛП-6С;
- ПЦТ – 1- 50 + 5% ЛП-6С;
- ПЦТ – 1- 50 + 0,5% ЛП-6С в оболочке из ПЭГ-6000 + 10% МК;
- ПЦТ – 1- 50 + 1% ЛП-6С в оболочке из ПЭГ-6000 + 10% МК;
- ПЦТ – 1- 50 + 5% ЛП-6С в оболочке из ПЭГ-6000 + 10% МК.

Первоначально расход жидкости сквозь образованные каналы составлял 200 мл/мин при давлении 0,3 МПа. С каждым часом давление нагнетания должно расти, а расход воды уменьшаться. В первых трех образцах в течение десяти часов не было зафиксировано снижение расхода прокачиваемой жидкости и повышение давления. Это связано с тем, что при добавлении чистого ЛП-6С в тампонажный раствор происходило набухание полимера до максимально возможного объема, в результате чего дальнейшая гидратация в цементном камне не происходила. Кроме того, полимер показал недостаточную адгезию к цементному камню, что приводило к его частичному вымыванию при нагнетании воды.

ТАБЛИЦА 1. Результаты исследования образца пятого состава

Время, ч	Расход жидкости, мл/мин		Давление нагнетания, МПа	
	5 состав	6 состав	5 состав	6 состав
0	200	200	0,3	0,3
1	200	200	0,3	0,3
2	178	134	0,4	1,1
3	156	68	0,6	1,68
4	134	0,28	0,8	2
5	102	–	1,03	–
6	78	–	1,21	–
7	41	–	1,48	–
8	16	–	1,51	–
9	5	–	2	–
10	0,3	–	2	–

Таким образом, эти составы тампонажного раствора показали отсутствие эффекта отложенной гидратации.

Образец четвертого состава аналогично предыдущим продемонстрировал отсутствие эффекта отложенной гидратации, но по причине низкой концентрации полимера.

Образцы пятого и шестого составов показали положительный результат герметизации водопроводящих каналов. Результаты опытов представлены в таблице 1.

Результаты подтверждают эффект отложенной гидратации в течение первых двух часов. Затем отмечалось снижение

РИСУНОК 3. Цементный камень до (а) и после (б) испытания (составлен авторами)



расхода жидкости с одновременным ростом давления нагнетания. Вымыв полимера не наблюдался. Опыты проводились до достижения расхода жидкости менее 0,3 мл/мин.

Пятым образцом достиг требуемого расхода жидкости через 10 ч с начала опыта, а шестой – через 4. На рисунке 3 представлен шестой образец до и после испытания.

РИСУНОК 4. График зависимости расхода жидкости от времени

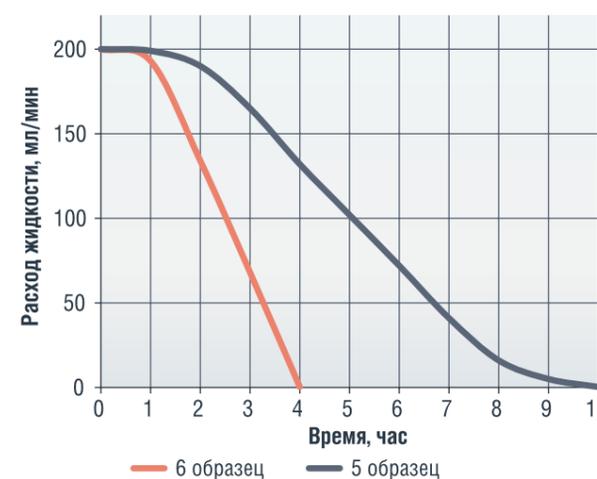
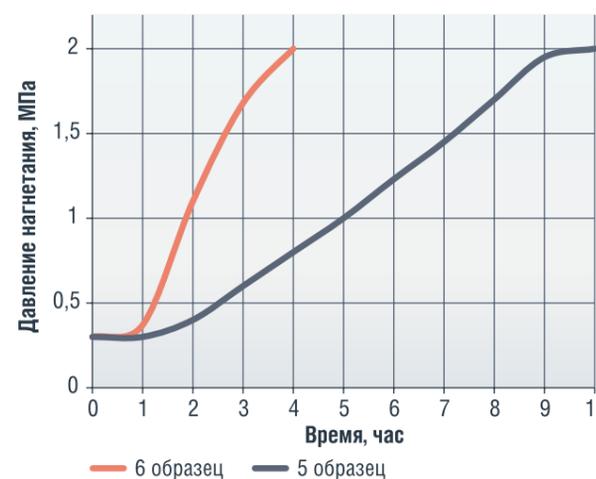


РИСУНОК 5. График зависимости давления нагнетания от времени



Можно наблюдать, что каналы в цементном камне затянулись.

На рисунках 4 и 5 представлены графические зависимости изменений расхода и давления нагнетания жидкости от продолжительности опытов для пятого и шестого образцов.

Введение в тампонажный раствор 5% водонабухающего полимера в оболочке из ПЭГ-6000 существенно сокращает время герметизации водопроводящих каналов, но добавка МК не позволила полностью компенсировать снижение прочности цементного камня. По результатам проведенных исследований удалось реализовать эффект отложенной гидратации водонабухающего полимера при его оптимальной концентрации от 1 до 5%.

ТАБЛИЦА 2. Коэффициент проницаемости каналов образца 5

Время, час	Коэффициент проницаемости, мкм <sup>2</sup>
1	4,4781
2	3,9863
3	2,3288
4	1,5001
5	0,8870
6	0,5774
7	0,2182
8	0,0715
9	0,0215
10	0,0012

Для анализа результатов эффекта отложенной гидратации выполнен расчет коэффициента проницаемости каналов в период проведения эксперимента с образцом состава 5 (таблица 2).

Таким образом, проницаемость цементного камня с «очень хорошо проницаемые» снизилась до «слабопроницаемые». Следовательно, добавка водонабухающего полимера марки ЛП-6С в оболочке из ПЭГ-6000 позволяет снизить проницаемость цементного камня в затрубном пространстве скважины.

## Выводы

По результатам проведенных исследований был разработан новый состав тампонажного раствора с самовосстанавливающимися свойствами. Предлагаемый состав тампонажного раствора с добавлением 1% водонабухающего полимера марки ЛП-6С в оболочке из ПЭГ-6000 имеет оптимальные свойства и способен обеспечить максимальную герметичность затрубного пространства скважины при минимальных затратах на ликвидацию межколонных проявлений и перетоков.

Экспериментальные исследования показали, что модификация 1% ЛП-6С в оболочке из ПЭГ-6000 способна герметизировать водопроводящие каналы даже в минерализованной воде. В дополнение ко всему, такое количество добавки незначительно влияет на понижение плотности тампонажного раствора и его растекаемости. Полимер ЛП-6С влияет на снижение прочностных характеристик цементного камня, что частично компенсируется добавлением 10% микрокремнезема. ●

## Литература

- Агзамов Ф.А., Маскенов А.С., Шантасов Н.Н. Исследование добавок для восстановления герметичности крепи скважины // Научно-технический журнал «Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов». – 2019. – № 2. – С. 30–38.
- Исмагилова Э.Р., Агзамов Ф.А., Джигрин А.А. Оптимизация дисперсности добавок в самозалечивающихся цементах // Георесурсы. – 2017. – Т. 19. – № 2. – С. 129–134.
- Liu M. et al. A new application of fluid loss agent in enhancing autogenous healing ability and improving mechanical properties of oil well cement // Cement and Concrete Composites. – 2022. – Т. 128. – С. 104419. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2022.104419>.
- Elaboration of a conceptual solution for the development of the Arctic shelf from seasonally flooded coastal areas / Litvinenko, V.S., Dvoynikov, M.V., Trushko, V.L. // International Journal of Mining Science and Technology, 2022, 32(1), P. 113–119.
- Digital Economy as a Factor in the Technological Development of the Mineral Sector / Litvinenko, V.S. / Natural Resources Research, 2020, 29 (3), P. 1521–1541.
- Kulsum U., Sulistyanyingsih T., Kusumastuti E. Immobilization of Bacillus subtilis on Fly Ash-Based Geopolymers with Biochar as a Self Healing Material // Indonesian Journal of Chemical Science. – 2024. – Т. 13. – № 3.
- Li L. et al. Insight into the temperature stimulation on the self-healing properties of cement-based materials // Construction and Building Materials. – 2022. – Т. 361. – С. 129704. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129704>.
- Indhumathi S., Dinesh A., Pichumani M. Diverse perspectives on self healing ability of Engineered Cement Composite-All-inclusive insight // Construction and Building Materials. – 2022. – Т. 323. – С. 126473. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126473>.
- Huang X. et al. High-strength amphoteric hydrogel that can realize self-repairing of cement microcracks triggered by CO<sub>2</sub> gas // Reactive and Functional Polymers. – 2022. – Т. 179. – С. 105380. <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2022.105380>.
- Li, L.; Liu, T.; Jiang, G.; Fang, C.; Sun, J.; Zheng, S.; Liu, H.; Leusheva, E.; Morenov, V.; Nikolaev, N. Field Application of Microbial Self-Healing Cement Slurry in Chunguang 17-14 Well. Energies 2021, 14, 1544. <https://doi.org/10.3390/en14061544>.
- Yang D. et al. Self-healing cement composites based on bleaching earth immobilized bacteria // Journal of Cleaner Production. – 2022. – Т. 358. – С. 132045. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132045>.
- Wu M. et al. Synergistic effect of OH-rich fibers and mineral capsules on the self-healing properties of cement mortar // Cement and Concrete Composites. – 2023. – Т. 137. – С. 104913. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2022.104913>.
- Тиханова О.А., Гагарин А.Н., Токмачев М.Г., Трбов Х.Т., Феропонтов Н.Б. (2022). Кинетика набухания геля поливинилового спирта в растворах органических кислот и их солей. Сорбционные и хроматографические процессы, 21(6), 860–867. <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2021.21/3832>.
- Erbakan M., Ozel B. F., Şahin Y. Bacterial species impact on self-healing of cement based materials in marine structures // Materials and Structures. – 2024. – Т. 57. – № 8. – С. 189. <https://doi.org/10.1080/21650373.2023.2263447>.
- Šovljanski O. et al. Insights into self-healing capacity of cement matrix containing high-efficiency bacteria under challenging conditions // Journal of Building Engineering. – 2024. – Т. 98. – С. 111094. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.111094>.
- Šovljanski O. et al. Bioaugmentation of Industrial Wastewater and Formation of Bacterial-CaCO<sub>3</sub> Coupled System for Self-Healing Cement // Buildings. – 2024. – Т. 14. – № 12. – С. 4011. <https://doi.org/10.3390/buildings14124011>.
- Gong P. et al. Study on the effect of CaCO<sub>3</sub> whiskers on carbonized self-healing cracks of cement paste: Application in CCUS cementing // Construction and Building Materials. – 2022. – Т. 321. – С. 126368. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126368>.
- Патент РФ. Самовосстанавливающийся тампонажный материал // Патент России № 2 821 870(13) С1. 2024. Бюл. № 18 / Блинов П.А., Никишин В.В., Салахов К.Н.
- Дорошенко И.А. Влияние сшивающих агентов на набухание поливинилового спирта в воде / И.А. Дорошенко, И.С. Алексеев // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2014. – № 27. – С. 136–140.
- Ионов Д.С. Взаимодействие полиэтиленгликоля с продуктами гидратации цемента и его влияние на свойства бетона // Вісник ПДАБА, № 5, травень 2014, с. 33–40. <https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimodeystvie-polietilenglikolya-s-produktami-gidratatsii-tsementa-i-ego-vliyanie-na-svoystva-betona>.

KEYWORDS: water-swelling polymer, grouting solution, "self-healing" properties, strength of cement stone, tightness of borehole support, effect of delayed hydration of polymer.

# Ведущая технология защиты от избыточного давления с использованием аэрокосмических разработок



Переключающий клапан серии НТКН-В  
Размеры: 1"–18"  
Диапазон давления: 150–1500 фунтов  
Диапазон температур: -196° С~+538° С



Пружинный предохранительный клапан с прямой нагрузкой серии НТО/В НТДО/В  
Размеры: 1" D2"–20" BB24"  
Диапазон давления: 150–2500 фунтов  
Диапазон температур: -196° С~+816° С



Линейная заглушка быстрого действия серии НТЛВ  
Размеры: 1/2"–48"  
Диапазон давления: 150–2500 фунтов  
Диапазон температур: -196° С~+650° С



Клапан сброса давления при гидроударе серии НТСЖ (сертифицировано Saudi Aramco)  
Размеры: 2"–16"  
Диапазон давления: 150–900 фунтов  
Диапазон температур: -40° С~+320° С



Пилотный предохранительный клапан модуляционного типа серии НТХД  
Размеры: 1"×2"–10"×14"  
Диапазон давления: 150–2500 фунтов  
Диапазон температур: -196° С~+538° С



Устройство сброса давления игольчатого разрушительного типа серии НТВП (сертифицировано Saudi Aramco)  
Размеры: 1"–78"  
Диапазон давления: 150–900 фунтов  
Диапазон температур: -196° С~+538° С



BAPTEEC LTD  
Beijing Aerospace Petrochemical Technology and Equipment Engineering Corporation Limited

Адрес: Китай, г. Пекин, район Дасин, Пекинская зона экономического и технического развития, третья улица Тайхэ, № 2  
Вебсайт: en.safetyvalvechina.com

e-mail: chenxy3@catllt.cn  
Тел.: +86-13811709811 +86-10 87094555  
Факс: +86-10 87094561  
Почтовый индекс: 100176

# ВЫИГРЫШНАЯ КОМБИНАЦИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ РЕЗЦОВ PDC на породоразрушающем инструменте

РАЗРАБОТАНО НА УРОВНЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ, ИЗГОТОВЛЕНО И АПРОБИРОВАНО АНТИВИБРАЦИОННОЕ ДВУХЪЯРУСНОЕ ДОЛОТО, АРМИРОВАННОЕ РЕЗЦАМИ PDC. ПРИВЕДЕН РИСУНОК И ДАНО ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДВУХЪЯРУСНОГО АНТИВИБРАЦИОННОГО ДОЛОТА. ПОКАЗАНА ВЫИГРЫШНАЯ КОМБИНАЦИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ РЕЗЦОВ PDC. ОБОЗНАЧЕНЫ ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ В КОНСТРУКЦИИ ДОЛОТА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ. ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПОДТВЕРЖДАЮТ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОЛОТА. НАЛИЧИЕ ОРИГИНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ, ДВУХ ЯРУСОВ У ДОЛОТА, ПАРАБОЛИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ, КОМБИНИРОВАННЫХ РЕЗЦОВ, ВЫСОКОЙ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ДАЕТ ВОЗМОЖНОСТЬ ЭФФЕКТИВНО ВЫПОЛНЯТЬ БУРЕНИЕ МЯГКИХ, СРЕДНИХ И ТВЕРДЫХ ПОРОД. ПРЕДЛОЖЕНА ОПТИМАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ДВУХЪЯРУСНОГО ДОЛОТА, НЕ ИМЕЮЩЕГО АНАЛОГОВ В МИРЕ, С «АГРЕССИВНЫМ» ВООРУЖЕНИЕМ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ. РАЗРАБОТАННОЕ ДВУХЪЯРУСНОЕ, АНТИВИБРАЦИОННОЕ ДОЛОТО, АРМИРОВАННОЕ РЕЗЦАМИ PDC, ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПОЗВОЛИЛО УСТАНОВИТЬ, ЧТО ОБЛАДАЕТ БОЛЬШОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТЬЮ, НЕСИММЕТРИЧНЫЕ РЕЖУЩИЕ ЛОПАСТИ ПРЕДОТВРАЩАЮТ ПОВТОРНОЕ ГЕНЕРИРОВАНИЕ ВИБРАЦИИ. ДАНО ОПИСАНИЕ, НА УРОВНЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ, СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ, АНТИВИБРАЦИОННОЙ БУРОВОЙ КОРОНКИ, АРМИРОВАННОЙ РЕЗЦАМИ PDC. ПОКАЗАНЫ ОПТИМАЛЬНЫЕ УГЛЫ УСТАНОВКИ РЕЗЦОВ PDC НА КОРПУС БУРОВОЙ КОРОНКИ. ПРИВЕДЕНА ФОРМУЛА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЯ РЕЗАНИЯ ЕДИНИЧНЫМ РЕЗЦОМ PDC И УГЛА НАКЛОНА ВИНТОВОЙ ТРАЕКТОРИИ РЕЗАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД. ЧТОБЫ ПРЕДОТВРАТИТЬ ПОСАДКУ РЕЗЦА PDC НА ЗАДНЮЮ ГРАНЬ ПЕРЕДНИЙ И ЗАДНИЙ УГОЛ УСТАНОВКИ РЕЗЦОВ PDC ИМЕЮТ ОПТИМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ. С УЧЕТОМ СТУПЕНЧАТОЙ ФОРМЫ ЗАБОЯ СКВАЖИНЫ ПОКАЗАНО КОЛИЧЕСТВО РЕЗЦОВ PDC НА КОРПУСЕ БУРОВОЙ КОРОНКИ. ПРИВЕДЕНО ОПИСАНИЕ РАБОТЫ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ, АНТИВИБРАЦИОННОЙ БУРОВОЙ КОРОНКИ И РИСУНОК ОБЩЕГО ВИДА. РАСПОЛОЖЕНИЕ РЕЗЦОВ PDC ПО СХЕМЕ «ТРИ РЕЗЦА В ОДНОЙ ПАРЕ» ОБЕСПЕЧИВАЕТ УСТОЙЧИВЫЙ ПРОФИЛЬ ЗАБОЯ СКВАЖИНЫ

*AN ANTI-VIBRATION TWO-TIER DRILL BIT REINFORCED WITH PDC CUTTERS HAS BEEN DEVELOPED AT THE INVENTION LEVEL, MANUFACTURED AND TESTED. A DRAWING AND DESCRIPTION OF THE DESIGN OF THE TWO-TIER ANTI-VIBRATION DRILL BIT ARE PROVIDED. A WINNING COMBINATION OF PDC CUTTER ARRANGEMENT IS SHOWN. A WINNING COMBINATION OF PDC CUTTER ARRANGEMENT IS SHOWN. INNOVATIVE SOLUTIONS IMPLEMENTED IN THE DESIGN OF THE NEW GENERATION DRILL BIT ARE DESIGNATED. FIELD TESTS CONFIRM THE EFFICIENCY OF THE DRILL BIT. THE PRESENCE OF AN ORIGINAL DESIGN, TWO TIERS IN THE DRILL BIT, A PARABOLIC PROFILE, COMBINED CUTTERS, AND HIGH MAINTAINABILITY MAKE IT POSSIBLE TO DRILL SOFT, MEDIUM AND HARD ROCKS. AN OPTIMAL DESIGN OF A TWO-TIER DRILL BIT IS PROPOSED, WHICH HAS NO ANALOGUES IN THE WORLD WITH "AGGRESSIVE" WEAPONS OF THE CUTTING PART. THE DEVELOPED TWO-TIER ANTI-VIBRATION DRILL BIT REINFORCED WITH PDC CUTTERS HAS BEEN SHOWN IN EXPERIMENTAL STUDIES TO HAVE HIGH PERFORMANCE; ASYMMETRIC CUTTING BLADES PREVENT REPEATED VIBRATION GENERATION. A DESCRIPTION IS GIVEN, AT THE INVENTION LEVEL, OF A STABILIZING ANTI-VIBRATION DRILL BIT REINFORCED WITH PDC CUTTERS. OPTIMUM ANGLES OF INSTALLATION OF PDC CUTTERS ON THE DRILL BIT BODY ARE SHOWN. A FORMULA IS GIVEN FOR DETERMINING THE CUTTING FORCE OF A SINGLE PDC CUTTER AND THE ANGLE OF INCLINATION OF THE HELICAL TRAJECTORY OF CUTTING ROCKS. IN ORDER TO PREVENT THE PDC CUTTER FROM LANDING ON THE REAR FACE, THE FRONT AND REAR ANGLES OF INSTALLATION OF PDC CUTTERS HAVE OPTIMAL VALUES. TAKING INTO ACCOUNT THE STEPPED SHAPE OF THE WELL BOTTOM, THE NUMBER OF PDC CUTTERS ON THE DRILL BIT BODY IS SHOWN. A DESCRIPTION OF THE OPERATION OF THE STABILIZING ANTI-VIBRATION DRILL BIT AND A GENERAL VIEW DRAWING ARE GIVEN. THE ARRANGEMENT OF PDC CUTTERS ACCORDING TO THE SCHEME – THREE CUTTERS IN ONE PAIR, ENSURES A STABLE PROFILE OF THE WELL BOTTOM*

Ключевые слова: буровое долото, режцы PDC, инновационные конструктивные решения, полевые испытания инструмента, стабилизирующая, антивибрационная буровая коронка.

УДК 622.24

## Третьяк Александр Александрович

декан факультета геологии горного и нефтегазового дела, профессор, д.т.н., академик РАЕН

## Кривошеев Кирилл Владимирович

студент кафедры «Нефтегазовая техника и технологии»

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова

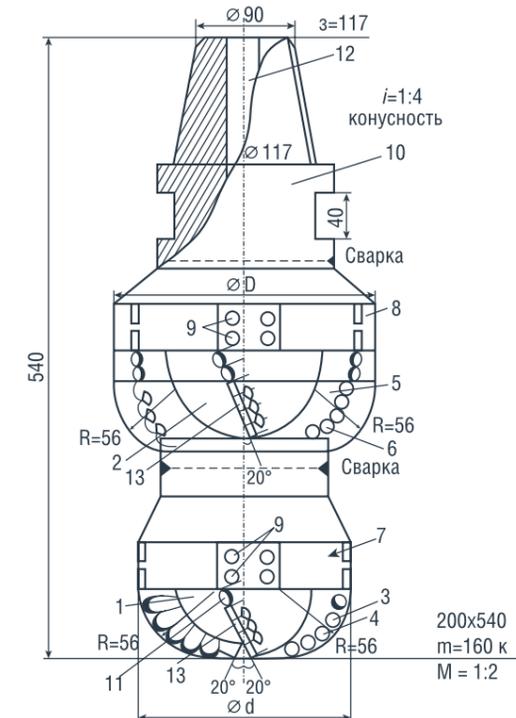
Известно, что в России более 80% объема бурения нефтяных и газовых скважин осуществляется с применением долот, армированных режцами PDC. Подобрать долото, как и сконструировать его, является довольно сложной задачей [1].

В настоящее время известно множество долот, армированных режцами PDC, выпускается широкий ассортимент различных режцов PDC, защищены по этой теме десятки диссертаций и изданы сотни статей. Но проблема так и не решена. Накоплен большой опыт конструирования и эксплуатации долот, армированных режцами PDC, который позволяет определить «узкие» места, как в конструкции, особенно в выигрышной комбинации расположения режцов PDC, так и в технологии их отработки, применительно к бурению конкретных горных пород [2, 3].

С целью оптимизации технологии бурения режцами PDC на кафедре «Нефтегазовая техника и технологии» Южно-Российского государственного политехнического университета было разработано, изготовлено и апробировано двухъярусное антивибрационное долото (рис. 1) и стабилизирующая, антивибрационная буровая коронка (рис. 6, 7).

Антивибрационное двухъярусное долото (патент RU № 2740954) включает нижний забуривающий ярус 1, стабилизаторы 7 нижнего забуривающего яруса 1 и режущие лопасти 3 нижнего забуривающего яруса 1, верхний разбуривающий ярус, хвостовик 10, внутренний канал долота 2, стабилизаторы 8 верхнего разбуривающего яруса и режущие лопасти 5 верхнего разбуривающего яруса 2, режущие лопасти 3 нижнего забуривающего яруса 1 и режущие лопасти 5 верхнего разбуривающего яруса 2 выполнены симметрично с радиально расположенными режущими элементами 4 нижнего забуривающего яруса 1 и режущими элементами 6 верхнего разбуривающего яруса 2, стабилизаторы 7 нижнего забуривающего яруса 1 и стабилизаторы верхнего разбуривающего яруса 2 представляют собой цилиндрические калибрующие поверхности, стабилизаторы 8 верхнего разбуривающего яруса 2 оснащены штырями 9, обладающими калибрующим действием, промывочные отверстия 11 расположены в нижнем забуривающем ярусе 1 долота. Количество режущих элементов 4 на лопастях 7 нижнего забуривающего яруса 1 равно количеству режущих элементов 6 на лопастях 5 верхнего разбуривающего яруса 2. Режущие лопасти нижнего забуривающего яруса и режущие лопасти верхнего разбуривающего яруса выполнены по прямой линии под углом от 10 до 20 градусов к продольной оси долота. Режущие элементы разбуривающих лопастей выполнены в виде режцов PDC и установлены под отрицательным углом резания от 10 до 20 градусов. За режцами PDC с плоской передней гранью установлен второй ряд режцов PDC с выпуклой конусообразной

РИСУНОК 1. Двухъярусное антивибрационное долото



формой, расположенных в линиях резания между режцами PDC с плоской передней гранью. Схема установки режцов PDC показана на рис. 2.

Двухъярусное долото, отличающееся от известных тем, что с целью гашения вибрации от крутильных и продольных колебаний долота, вызывающих поломки режцов, за режущими режцами PDC с плоской передней гранью установлен второй ряд режцов PDC с выпуклой конусообразной формой, расположенных в линиях резания между плоскими режцами PDC. Таким образом, двухъярусное долото является антивибрационным.

Применение на долоте оптимальных по конструкции режцов PDC позволит обеспечить более высокую износостойкость и ударную прочность по сравнению с обычными режцами. Они создают более высокую концентрированную нагрузку на породу и способствуют эффективному разрушению породы с высокой прочностью на сжатие и категорией по буримости до X включительно. Достоинством разработанного долота является его высокая ремонтопригодность, то есть

РИСУНОК 2. Схема установки режцов PDC на двухъярусном антивибрационном долоте (вид снизу)

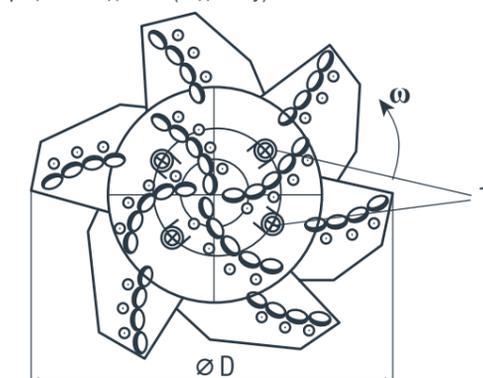
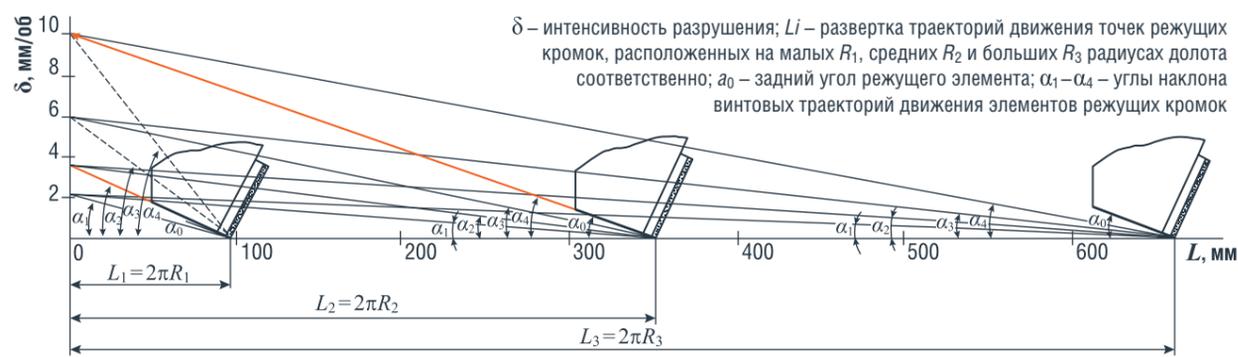


РИСУНОК 3. Углы установки резцов PDC для создания ступенчатого забоя



все три части долота соединяются на резьбе и могут быть, в случае выхода из строя, заменены. Сменные гидравлические насадки позволяют оперативно производить их смену в зависимости от прочности горных пород.

Рекомендуемая конструкция долота предназначена для бурения крепких и абразивных горных пород. Известно, что чем дальше от центра на долоте располагаются резцы PDC, тем в большей степени они изнашиваются. Поэтому предлагается именно такая конструкция долот. Алмазные резцы в виде синтетических штапиков и пластин PDC закрепляются на корпус долота с помощью пайки.

Экспериментальные исследования разработанного долота показали, что именно двухъярусность долота и оптимальная схема расположения резцов PDC (угол поворота и угол установки резца) придают ему антивибрационные свойства. Таким образом, комплекс выше перечисленных свойств разработанного долота будет способствовать повышению механической скорости бурения, уменьшению вибрации и повышению проходки на долото. Долото отличается от известных тем, что с целью гашения вибрации от крутильных и продольных колебаний, вызывающих поломки резцов, оно выполнено двухъярусным с выпуклой конусообразной формой. Углы установки резцов PDC увеличиваются от периферии к центру долота. Ступенчатый забой, образующийся при бурении скважины долотом способствует меньшему искривлению ствола скважины, уменьшению вибрации и, как результат, увеличению скорости бурения и проходки на долото (рис. 3).

К преимуществам двухъярусного, антивибрационного долота, армированного пластинами PDC в два ряда, относится:

- высокая механическая скорость и проходка на долото при бурении горных пород V категории по буримости (контактная прочность  $P_k - 810$  МПа), VI категории по буримости ( $P_k - 960$  МПа), VII категории по буримости

( $P_k - 1200$  МПа), VIII категории по буримости ( $P_k - 1780$  МПа), IX категории по буримости ( $P_k - 2200$  МПа);

- стойкость резцов к нагрузкам (до 350 Кн);
- улучшенная очистка забоя скважины и долота от шлама за счет оптимального расположения насадок, что исключает повторное истирание шлама;
- улучшенная стабилизация долота по стволу скважины за счет его двухъярусности, особенно при сооружении наклонно-направленных скважин и бурении трещиноватых и абразивных горных пород, залегающих под определенным углом к горизонту;
- установка конусного резца PDC в центре долота;
- установка вращающихся резцов PDC;
- установка специальных гидромониторных насадок;
- возможность замены любой из трех частей долота.

Традиционные и современные породоразрушающие инструменты (ПРИ) режущего типа, применяемые при бурении эксплуатационных и разведочных скважин, армируют вольфрамокобальтовыми сплавами и алмазно-твердосплавными пластинами (АТП). У твердосплавных ПРИ рабочие передние, задние и углы заострения не взаимосвязаны, так как армирующие пластины могут быть различной формы, а резцы PDC чаще всего – круглые цилиндры. Угол заострения  $\delta$  таких пластин равен  $90^\circ$ , а передний  $\beta$  и задний  $\alpha$  взаимосвязаны. От величины переднего угла  $\beta$  зависит усилие резания  $F_{рез}$  и формирование сколов пород. На рис. 4 показаны схемы формирования сколов режущими элементами с различными передними углами.

Чем больше отрицательность переднего угла, тем выше сопротивляемость породы резанию. Величина заднего угла зависит от кинематических, технических, горнотехнологических условий резания [4–8].

Экспериментальные исследования показывают, что сопротивление породы дроблению  $R_d$  и скалыванию  $R_{ск}$  пропорциональны контактной прочности  $P_k$ .

РИСУНОК 4. Углы установки резцов PDC

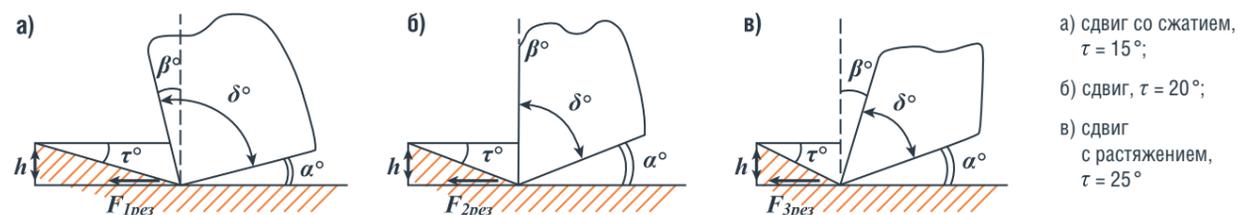
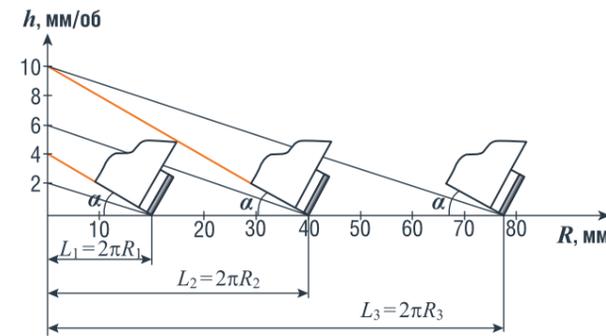


РИСУНОК 5. Углы наклона винтовых траекторий резания ПРИ (коронки различных диаметров)



$R_d = 0,24P_k$ ;  $R_{ск} = 0,06P_k$  – для резцов с положительным передним углом  $\beta$ ;  $R_{ск} = 0,07P_k$  – для резцов с нулевым передним углом  $\beta$ ;  $R_{ск} = 0,08P_k$  – для резцов с отрицательным передним углом  $\beta$ .

Тогда усилие резания  $F_{рез}$  определяется по формуле, будет увеличиваться с ростом  $R_{ск}$  и уменьшением угла скалывания  $\tau$ :

$$F_{рез} = \mu_c \cdot R_d \cdot F_{зат} + \frac{R_{ск} \cdot h \cdot R \cdot (\sin \delta + \mu_c \cos \delta)}{2 \sin \tau \cdot \sin(\tau + \delta)}$$

где:  $F_{зат}$  – площадь затупления,  $mm^2$ ;  $h$  – толщина срезаемого слоя породы,  $mm$ ;  $R$  – радиус установки режущего элемента,  $mm$ ;  $\delta$  – угол резания, град;  $\tau$  – угол скалывания, град;  $\mu_c$  – коэффициент трения режущих элементов о породу.

Работоспособность любого ПРИ режущего типа определяется надежностью при разрушении пород на малых радиусах у оси ПРИ, где углы наклона винтовой траектории резания (рис. 3) имеют наибольшее значение и определяются зависимостью:

$$\alpha = \arctg \frac{h}{2\pi R}$$

где:  $h$  – глубина внедрения ПРИ за один его оборот  $mm/об$ ;  $R$  – радиус установки режущего элемента,  $mm$ .

Посадка режущих элементов на заднюю грань приводит к поломкам от действия сил по задней грани.

Поэтому, исходя из расчетов, видим, что для резцов PDC, у которых передний  $\beta$  и задний  $\alpha$  углы взаимосвязаны конструктивно, целесообразно принимать меньшие значения заднего угла. Это приведет к уменьшению угла резания  $\delta$  и уменьшению отрицательного переднего угла  $\beta$ , а следовательно, к уменьшению усилия резания  $F_{рез}$ .

Чтобы предотвратить посадку режущего элемента на заднюю грань при прохождении через вершину на спуске с каждой волны, необходимо, чтобы задний угол превышал  $14,50$ . Принимаем  $\alpha = 15^\circ$ . А так как у ПРИ армированных АТП передний  $\beta$  и задний  $\alpha$  углы взаимосвязаны конструктивно (при угле заострения  $\delta = 90^\circ$ ), то максимальной отрицательностью при минимальном возрастании усилия резания для коронок нового поколения является передний угол  $\beta$ , равный  $15^\circ$ .

С учетом выполненных исследований нами впервые предложены буровые коронки, армированные резцами PDC, для бурения горных пород VI–VIII категории по буримости (патент РФ 2359103), РФ № 242613, РФ № 2435927), а также разработана, изготовлена и испытана стабилизирующая, антивибрационная буровая коронка [патент RU № 2577351 С1] (рис. 6, 7).

Стабилизирующая, антивибрационная буровая коронка (рис. 6, 7) содержит корпус 1 с присоединительной резьбой 2, разделенная основными промывочными каналами 3 на секторы 4, которые с торцевой поверхности снабжены алмазотвердосплавными пластинами 5, установленными разнонаправленно под углом  $-15^\circ$  к направлению резания.

Основные промывочные каналы 3 и дополнительные промывочные каналы 6 выполнены встречно под углом. Основные 3 и дополнительные 6 промывочные каналы выполнены по всей высоте корпуса 1 коронки по винтовой линии вправо по ходу вращения коронки. Высота корпуса 1 коронки зависит от шага винтовой линии основных 3 и дополнительных 6 промывочных каналов, внутри дополнительных промывочных каналов 6 размещены 2 и более алмазотвердосплавные калибрующие пластины 7, каждая из которых представляет собой элемент отдельной винтовой линии и закреплена на корпусе с помощью пайки и предназначена для обработки боковой стенки скважины.

При бурении очень абразивных пород на коронке монтируется не два, а четыре ряда калибраторов, то есть 12 штук PDC  $\varnothing 10$  мм.

РИСУНОК 6. Стабилизирующая, антивибрационная буровая коронка (вид сбоку)

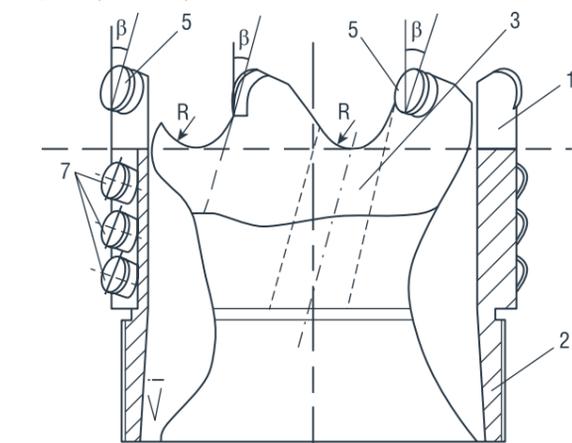
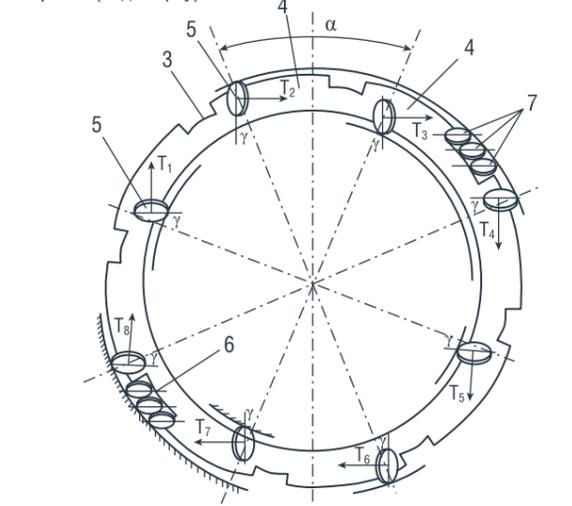


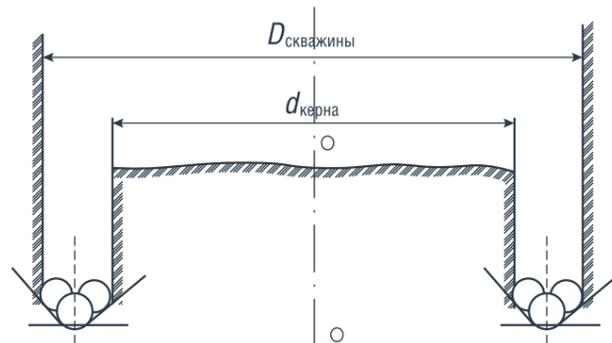
РИСУНОК 7. Стабилизирующая, антивибрационная буровая коронка (вид сверху)



Предлагаемая коронка работает следующим образом. Промывочная жидкость, предназначенная для охлаждения коронки и транспортировки продуктов разрушения на поверхность скважины от промывочного насоса, движется через вращающуюся вправо колонну бурильных труб, корпус коронки попадает на забой скважины. Выходя из-под торца коронки 1, промывочная жидкость забирает буровой шлам и транспортирует его по основным 3 и дополнительным 6 промывочным каналам на поверхность в режиме турбулентности, так как основные и дополнительные каналы расположены встречно под углом по винтовой линии. При этом калибрующие резцы PDC 7 закреплены в дополнительном промывочном канале 6 и калибруют стенки скважины, уменьшая искривление скважины. Основные алмазотвердосплавные пластины работают в режиме резания с разнонаправленным усилием. Все это в целом дает возможность улучшить вынос шлама с забоя скважины, уменьшить вибрацию, количество сколов и поломок, придать плавность траектории бурения и, как результат, добиться увеличения механической скорости бурения и ресурса или проходки на коронку. Таким образом, все силы, действующие на коронку, являются разнонаправленными, то есть направлены в сторону забоя скважины и керна и не дают коронке вибрировать.

Для повышения эффективности работы основных резцов выход их под торцом делают на разную величину для того, чтобы забой получился ступенчатой формы. При ступенчатом расположении резцов PDC порода разрушается более эффективно, так как образуются дополнительные плоскости обнажения породы (рис. 8) [9, 10].

РИСУНОК 8. Ступенчатая форма забоя скважины



Таким образом, авторами предложена antivибрационная буровая коронка, содержащая корпус с присоединительной резьбой, разделенный основными промывочными каналами на секторы, которые с торцевой поверхности снабжены алмазотвердосплавными пластинами, имеющие отрицательные передние углы в плане к боковым внутренней и внешней поверхностям резания и отрицательные передние углы к торцевой поверхности забоя скважины, основные промывочные каналы выполнены встречно под углом, кроме того, в корпусе коронки в секторах встречно под углом расположены дополнительные промывочные каналы, выполнены по всей высоте корпуса коронки по винтовой линии вправо по ходу вращения, высота корпуса коронки зависит от шага винтовой линии основных и дополнительных промывочных каналов, внутри дополнительных промывочных каналов размещены две и более

алмазотвердосплавные калибрующие пластины, каждая из которых представляет собой элемент отдельной винтовой линии и закреплена на корпусе с помощью пайки под отрицательным углом от минус 5° до минус 15° относительно поверхности резания, отличающаяся тем, что алмазотвердосплавные пластины на торце коронки расположены разнонаправленно под отрицательным углом 15° к направлению резания.

## Выводы

- Для породоразрушающего инструмента, армированного резцами PDC, обоснован выбор рабочих передних и задних углов.
- При выборе рабочих передних и задних углов ПРИ, армированного резцами PDC, определяющим является уменьшение усилия резания и прироста площадки затупления, а также предупреждение посадки режущих элементов на заднюю грань.
- Постоянное улучшение конструкций ПРИ, подбор инновационных резцов PDC и угла установки их на корпусе инструмента являются важнейшими условиями увеличения механической скорости проходки и стойкости буровых долот и коронок. ●

Исследования выполнены по госконтракту с Фондом содействия инновациям, программа «Старт-1» по теме: «Разработка и лабораторные испытания образца двухъярусного долота принципиально нового вида» (договор № 3324ГЦ1/55594 от 16 декабря 2019 г.).

## Литература

1. Третьяк А.А., Литкевич Ю.Ф., Борисов К.А. Определение скорости бурения и наработки коронок нового поколения, армированных алмазно-твердосплавными пластинами // Деловой журнал Neftegaz.RU, 2016. – № 10. – С. 29–33.
2. Третьяк А.А., Литкевич Ю.Ф., Борисов К.А. Определение рациональных значений рабочих углов армирующих элементов буровых коронок // Деловой журнал Neftegaz.RU, 2017. – № 3. – С. 70–73.
3. Третьяк А.А., Борисов К.А., Сидорова Е.В. Влияние вибраций на прочностные свойства буровых долот, армированных PDC // Разведка и охрана недр. – 2019. – № 12. – С. 33–37.
4. Нескоромных В.В. Разработка породоразрушающего инструмента с резцами PDC / В.В. Нескоромных, М.С. Попова, Е.В. Парахонько // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331, № 2. – С. 131–138.
5. Биратко А.В. Влияние резцов RLS PDC на эффективность бурения / А.В. Биратко // Студенческий вестник. – 2024. – № 20–21 (306). – С. 29–32.
6. Нескоромных В.В. Влияние среды призабойной зоны скважины на эффективность разрушения горной породы резцом PDC / В.В. Нескоромных, М.С. Попова, Л. Баочанг // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2021. – Т. 332, № 9. – С. 119–127.
7. Трушкин О.Б. Давление резцов PDC на пластично-хрупкую горную породу в процессе ее разрушения / О.Б. Трушкин, Х. И. Акчурин // Записки Горного института. – 2020. – Т. 244. – С. 448–453. – DOI 10.31897/PMI.2020.4.7.
8. Ермилов Г.Е. Влияние угла резания на показатели работы резцов PDC / Г.Е. Ермилов, О.Б. Трушкин // Концепция развития и эффективного использования научного потенциала общества: Сборник статей Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Калуга, 19 мая 2020 года. Том Часть 1. – Калуга: Общество с ограниченной ответственностью «ОМЕГА САЙНС», 2020. – С. 25–28.
9. Юнейс М.о. Влияние установки резцов PDC на эффективность разрушения горной породы / М.о. Юнейс, Р.А. Мулюков // Материалы 75-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ, Уфа, 17–18 апреля 2024 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2024. – С. 28.
10. Мельнов К.В. Конструкторско-технологические методы снижения динамических нагрузок на резцы PDC при бурении / К.В. Мельнов, А.Н. Гаврилин, А.Р. Хайруллин // XXVIII Международная инновационно-ориентированная конференция молодых ученых и студентов (МИКМУС-2016): сборник трудов конференции, Москва, 7–9 декабря 2016 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, 2017. – С. 376–379.

KEYWORDS: drill bit, PDC cutters, innovative design solutions, field testing of the tool, stabilizing, anti-vibration crown.



## Назначение

Защита от всех типов коррозии внутренних поверхностей зоны сварного шва и околшовной зоны стальных трубопроводов

## Область применения

Низконапорные водоводы системы поддержания пластового давления (ППД), системы нефтесбора, промышленные, технологические нефтепроводы, водоводы, транспортирующие коррозионно-активные жидкости

## Технические характеристики



Рабочее давление 40 атм



Диаметр 89–325 мм



Длина 160–240 мм



Температура эксплуатации до +125 °С

## Преимущества

- 100 % защита соединений трубопровода от коррозии
- на 95 % сохраняет внутреннее сечение трубопровода
- невысокая стоимость владения трубопроводом — минимальное изменение внутреннего сечения трубопровода не более 6 % позволяет беспрепятственно проводить очистку и диагностику трубопровода, снижает энергозатраты и аварийность (порывы) трубопровода
- скорость монтажа в 1,5 раза выше в сравнении с традиционными втулками
- не требует применения мастик, герметиков и дополнительных требований по сварке
- простота монтажа
- отсутствует зависимость от импортных компонентов

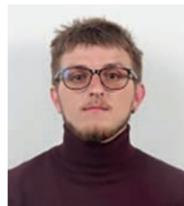
## Гарантии изготовителя

Изготовитель гарантирует соответствие втулок требованиям технических условий при соблюдении условий транспортирования, хранения, погрузки, разгрузки, монтажа и эксплуатации. Гарантийный срок службы втулок 20 лет со дня установки в зону сварного соединения трубопровода.



# ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ДОБЫЧИ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

## морского и океанического дна при помощи камуфлетно-гидромониторного эрлифтного метода



**Педан Никита Русланович**  
специалист кафедры горного дела, аспирант



**Васянович Юрий Анатольевич**  
профессор ДВФУ, заведующий кафедрой горного дела, д.т.н.



**Кузнецов Петр Анатольевич**  
руководитель инженерной школы

ФБГОУ ВО Владивостокский государственный университет

АВТОРЫ СТАТЬИ РАССМАТРИВАЮТ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕТОД, КОТОРЫЙ ПОЗВОЛЯЕТ ЭФФЕКТИВНО И БЕЗОПАСНО ИЗВЛЕКАТЬ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ С МОРСКОГО ДНА, УЧИТЫВАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ. ОСНОВНОЕ ВНИМАНИЕ УДЕЛЯЕТСЯ ИННОВАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ, НЕОБХОДИМЫМ ДЛЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ СЛОЖНОСТЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ОСОБЕННОСТЯМИ МОРСКОЙ СРЕДЫ. КОНЦЕПЦИЯ ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ЧТО ТРЕБУЕТ УЧЕТА РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ, ТАКИХ КАК ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ, ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

*THE AUTHORS OF THE ARTICLE CONSIDER A UNIVERSAL METHOD THAT ALLOWS FOR THE EFFICIENT AND SAFE EXTRACTION OF MINERALS FROM THE SEA FLOOR, TAKING INTO ACCOUNT ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC PARAMETERS. THE EMPHASIS IS UPON INNOVATIVE TECHNOLOGIES NECESSARY TO OVERCOME THE DIFFICULTIES ASSOCIATED WITH THE CHARACTERISTICS OF THE MARINE ENVIRONMENT. THE CONCEPT INCLUDES A SYSTEMS APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF DEPOSITS, WHICH REQUIRES TAKING INTO ACCOUNT VARIOUS FACTORS, SUCH AS GEOGRAPHICAL, HYDROLOGICAL AND ENVIRONMENTAL ASPECTS*

Ключевые слова: камуфлетный взрыв, ВВ, гидромонитор, эрлифт, добыча полезных ископаемых, твердые полезные ископаемые, морское дно.

В современном мире, где ресурсы Земли становятся все более ограниченными, поиск новых способов добычи твердых полезных ископаемых приобретает особую актуальность. Одним из перспективных направлений является разработка месторождений на морском дне. Однако этот процесс сопряжен с рядом сложностей, связанных с особенностями среды и необходимостью применения инновационных технологий.

Морское дно требует индивидуального подхода и специфических технологий для эффективной и безопасной добычи полезных ископаемых, учитывая заданные экологические и экономические параметры. Но концепция добычи твердых полезных ископаемых, предлагаемая в данной работе, является универсальным методом для морского дна.

Актуальность исследования методов добычи глубоководных твердых полезных ископаемых представляется

очевидной на фоне глобальных изменений в структуре потребления ресурсов. В условиях исчерпания наземных запасов минеральных ресурсов, морское дно становится все более привлекательным объектом для разработки. Однако, несмотря на потенциальные выгоды, условия добычи в морях сопряжены с высокими рисками, включая экологические катастрофы и разрушение подводных экосистем.

Целью исследования является разработка и внедрение инновационного камуфлетно-гидромониторного эрлифтного метода для эффективной и безопасной добычи твердых полезных ископаемых с морского дна, с учетом экологических и экономических параметров.

К задачам данного исследования относятся:

- Провести анализ существующих методов добычи полезных ископаемых с морского дна и выявить их недостатки.
- Разработать технологическую схему камуфлетно-гидромониторного эрлифтного метода, включая этапы взрыва, гидромониторинга и извлечения.
- Оценить влияние различных параметров (глубина, тип взрывчатого вещества, направление прострела) на эффективность процесса добычи.
- Исследовать экологические последствия применения нового метода и разработать рекомендации по минимизации рисков.

В данной статье представлены несколько ключевых методов исследования, направленных на разработку и оптимизацию нового подхода к добыче глубоководных твердых полезных ископаемых с морского дна. Основные методы включают:

- **Анализ существующих методов добычи.** В рамках исследования проведен критический анализ традиционных методов извлечения полезных ископаемых, что позволило выявить их недостатки и обосновать необходимость внедрения инновационных технологий. Это включает в себя изучение существующих практик и их воздействия на морскую экосистему.
- **Геологоразведка.** Одним из центральных аспектов исследования является детальное

изучение структуры морского дна и физических свойств извлекаемых минералов. Данные геологоразведки служат основой для разработки эффективных методов добычи и минимизации экологических рисков, связанных с процессом извлечения ресурсов.

- **Экологическая оценка.** В рамках исследования осуществляется комплексная оценка потенциального воздействия на окружающую среду, включая анализ рисков, связанных с экологическими катастрофами и разрушением подводных экосистем. Это позволяет разработать рекомендации по минимизации негативного влияния на морскую среду.

- **Системный подход.** Исследование предполагает учет различных факторов, таких как географические, гидрологические и экологические аспекты, что способствует разработке комплексного подхода к добыче полезных ископаемых с морского дна. Такой подход обеспечивает более эффективное и безопасное извлечение ресурсов, учитывающее все возможные риски и последствия.

Концепция авторов предполагает детальное изучение структуры морского дна, физических и химических свойств извлекаемых минералов, а также прогнозирование последствий взрыва. Важно отметить, что эффективность применения камуфлетного взрыва зависит от сочетания данных геологоразведки и современных технологий, таких как моделирование и компьютерные расчеты.

Предлагаемая теоретическая концепция добычи глубоководных твердых полезных ископаемых на морском дне действительно предлагает эффективное решение многих проблем, связанных с традиционными методами добычи. Рассмотрим его ключевые аспекты и преимущества:

- **Минимальное воздействие на окружающую среду.** Данный метод не затрагивает на постоянной основе поверхностные слои морского и океанического дна, что минимизирует воздействие на окружающую водную среду [1, 2].
- **Учет геологических условий.** Взрывчатое вещество применяется с учетом

геологических условий, что позволяет избежать распространения ударных волн и шоковых явлений за пределами зоны взрыва.

- **Преимущества метода:** снижение воздействия на окружающую среду, уменьшение риска распространения длительных ударных волн и шоковых явлений, более точное и контролируемое разрушение горных пород.

Этот метод позволяет эффективно добывать твердые глубоководные полезные ископаемые, минимизируя негативное воздействие на окружающую морскую среду и обеспечивая более безопасные условия работы.

На сегодняшний день добыча полезных ископаемых ограничивается лишь поверхностными слоями морского дна, что существенно снижает возможности оптимального использования доступных ресурсов. Однако глубоководные твердые полезные ископаемые, залегающие непосредственно в недрах морского дна, представляют собой значительный и практически неосвоенный потенциал. В связи с этим в данной статье рассматривается разработка нового метода добычи глубоководных твердых полезных ископаемых, которые залегают непосредственно в недрах морского дна, а не на его поверхности. Данный метод включает этапы разработки глубоководных твердых месторождений, таких как камуфлетный взрыв, гидромонитор и эрлифт.

Далее более подробно рассмотрим каждый этап предлагаемой концепции по порядку.

### Камуфлетный взрыв

*Камуфлетное взрывание* – опережающее взрывание рассредоточенных зарядов в сквозных скважинах без проявления разрушающего эффекта на поверхности забоя выработки, выполняемое, в частности, с целью образования зоны трещинообразования вокруг заряда для частичной дегазации пластов, их динамической разгрузки и предварительного разрыхления массива. [3]

*Камуфлетный заряд* [заряд камуфлета] – заряд взрывчатого вещества, размещенный внутри

УДК 622.235.6

взрывающего объекта, действие которого не проявляется на поверхности и ограничивается образованием полости за счет уплотнения и измельчения прилегающей к заряду породы [4].

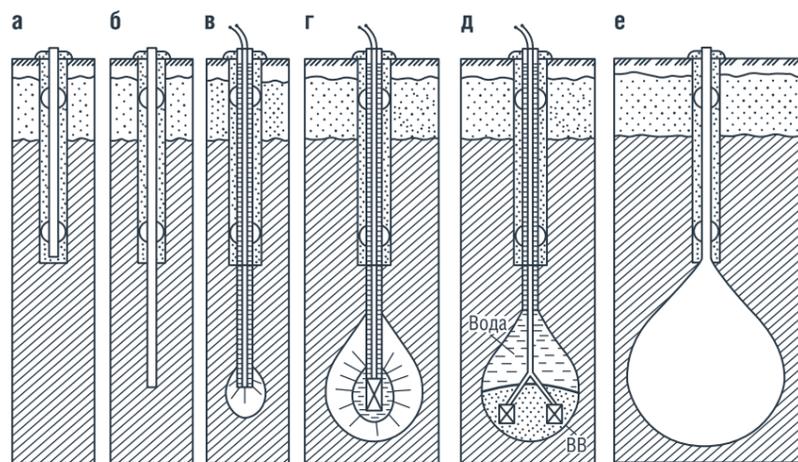
**Применение камуфлетного взрыва при отработке глубоководных месторождений** открывает новые горизонты в добыче полезных ископаемых благодаря нескольким ключевым преимуществам:

- **Создание полостей.** При камуфлетном взрыве на морском дне образуется полость сферической или эллиптической формы, объем которой может варьироваться от 50 до 1000 раз больше объема заряда. Этот процесс позволяет эффективно извлекать ценные минералы, такие как металлосодержащие руды. Однако важным моментом является внимательное планирование расположения взрывов, чтобы избежать ненужного разрушения морского дна и воздействия на морскую флору и фауну. Необходимо также проводить мониторинг состояния морского дна до и после взрыва, чтобы оценить возможные изменения и минимизировать вред.

- **Разнообразие применений.** метод камуфлетного взрыва может быть использован не только для добычи твердых полезных ископаемых на морском дне, но также для сооружения подводных хранилищ для жидких и газообразных продуктов, таких как нефть и природный газ. Это может включать создание емкостей для захоронения отходов производства на дне морей и океанов, что требует строгого соблюдения экологических норм и правил управления отходами. При проектировании хранилищ необходимо учитывать возможное влияние на морскую экосистему и вести контроль за состоянием окружающей среды.

- **Управление напряженно-деформированным состоянием массива горных пород.** Камуфлетное взрывание применяется для создания зон трещиноватости вокруг места взрыва, что способствует разупрочнению и дегазации угольных пластов, увеличению коэффициента извлечения нефти и газа из пластов,

РИСУНОК 1. Этапы камуфлетного взрыва



а – бурение скважины на начальный размер; б – обсадка скважины (цементация затрубного пространства и бурение скважины на конечный размер); в – первый «прострел» скважины; г – второй «прострел» скважины; д – взрыв основного заряда взрывчатого вещества (ВВ); е – готовое подземное хранилище

а также измельчению пород для последующего подземного выщелачивания.

- **Безопасность и экологичность.** В скальных породах объем зон уплотнения и разрушения не превышает 15 объемов заряда, что минимизирует негативное воздействие на окружающую среду.

### Технология камуфлетного взрыва на морском дне

Первым этапом (а) камуфлетного взрыва на морском дне является бурение скважины на начальный размер. Этот процесс начинается с выбора места для бурения, где учитываются геологические и геофизические характеристики местности. На этом этапе используются буровые установки, способные пробурить скважину в зависимости от ее проектной глубины и диаметра. Качество бурения критически важно, так как оно определяет последующие этапы работы.

На втором этапе (б, обсадка скважины), осуществляется установка обсадной трубы, а также цементация затрубного пространства. Этот процесс важен для защиты стенок скважины от обрушения и для предотвращения попадания посторонних жидкостей и газов в скважину. Цементация включает в себя заполнение пространства между стенками скважины и обсадной трубой

специальной цементной смесью, которая после затвердевания образует прочный и герметичный барьер. Этапы цементации скважины включают в себя:

- **Подготовка.** Проверка и очистка обсадной трубы, также установка специальных приспособлений для контроля процесса.
- **Подача цементной смеси.** Равномерная заливка цементной смеси в затрубное пространство.
- **Уплотнение.** Удаление воздуха из цементной смеси. Применение вибраторов для уплотнения смеси.
- **Затвердевание.** Ожидание и контроль времени в зависимости от условий и требований.

На морском дне при большой глубине цементация скважины имеет свои особенности и требует дополнительных мер предосторожности и технологий. В зависимости от условий может применяться разная технология цементации (одноступенчатая, двухступенчатая, обратная и др.).

После завершения цементации также выполняется бурение скважины на конечный размер. Это позволяет обеспечить необходимую ширину и глубину для последующих операций, таких как «прострелы».

Третий этап (в, первый «прострел»), заключается в осуществлении направленного воздействия на образованное подземное глубоководное хранилище. На данном этапе с помощью специального оборудования

и технологий осуществляется подготовка к инициации взрывного заряда. Прострел представляет собой пробитие стенок скважины для создания пор, через которые впоследствии будет осуществляться доступ к залегающим ресурсам, или пространства для хранения.

При выполнении данного этапа важно учитывать параметры, такие как глубина и направление «прострела», а также выбор типа взрывчатого вещества [5, 6]. Первые «прострелы» могут быть сделаны во множестве направлений, чтобы обеспечить максимальную эффективность процесса и создать наилучшие условия для доступа и хранения необходимых веществ.

Второй «прострел» скважины (г) выполняется после анализа результатов первого. На данном этапе проводятся более целенаправленные действия с целью оптимизации структуры подземного хранилища и оценки его производительности. Этот этап является критически важным, так как он позволяет выявить слабые места и оптимизировать их для дальнейшего взрывного воздействия.

Второй «прострел» может также включать в себя наложение дополнительных параметров, позволяющих улучшить характеристики созданного подземного хранилища. В зависимости от полученных результатов на предыдущем этапе могут быть использованы различные методики и технологии для достижения наилучшего результата.

Четвертый этап (д) является основным, в нем происходит непосредственно взрыв основного заряда взрывчатого вещества (ВВ).

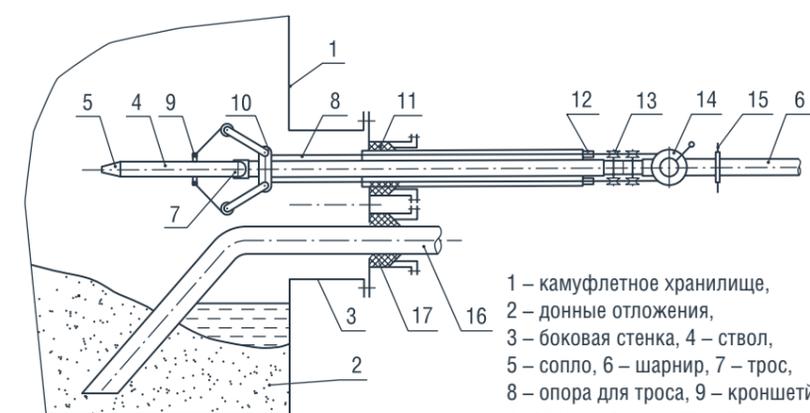
Пятый этап (е) является окончательным. Подземное хранилище готово к отработке полезного ископаемого.

### Гидромонитор

**Гидромонитор** – аппарат для формирования и управления движением (полетом) высокоскоростной водяной струи [7, 8].

Гидромониторы могут быть стационарными или мобильными, что позволяет их адаптировать под конкретные условия работы и требования проекта. Основное преимущество гидромониторов заключается

РИСУНОК 2. Схема устройства гидромонитора



1 – камуфлетное хранилище, 2 – донные отложения, 3 – боковая стенка, 4 – ствол, 5 – сопло, 6 – шарнир, 7 – трос, 8 – опора для троса, 9 – кронштейн с направляющими роликами, 10 – ввод напорного трубопровода, 11 – сальниковое уплотнение, 12 – уплотнение выхода троса, 13 – опорные ролики, 14 – барабан, 15 – ручка управления положением напорного трубопровода, 16 – эрлифт, 17 – сальниковое уплотнение эрлифта

в том, что они обеспечивают высокую производительность при сравнительно низких эксплуатационных затратах.

Гидромонитор играет одну из ключевых ролей в предлагаемом авторами методе благодаря своей способности эффективно разрушать и перемещать материалы без необходимости применения громоздкого и дорогостоящего оборудования. Они не только способствуют более быстрому и эффективному извлечению глубоководных полезных ископаемых, но и помогают минимизировать экологические риски, связанные с процессом добычи на морском дне.

Одним из важнейших аспектов применения гидромонитора является его способность работать в условиях, когда доступ к ресурсам ограничен. Например, в горнодобывающей отрасли, где часто имеются ограничения по пространству, гидромониторы могут использоваться для бурения и разрушения пород, не прибегая к необходимости расширения рабочих площадок. Это значительно снижает затраты и время, требуемое для осуществления операций.

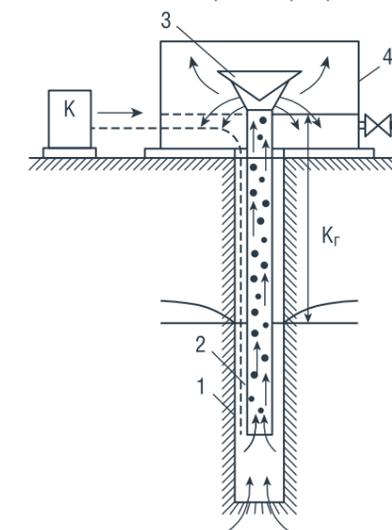
Кроме того, современные гидромониторы могут быть оснащены различными насадками и соплами, позволяющими изменять направление и давление струи, что дает возможность адаптироваться под разнообразные условия эксплуатации. Это особенно важно, учитывая разнообразие геологических формаций.

### Эрлифт

**Эрлифт** – подъемник для газлифтной добычи жидких полезных ископаемых, в котором для подачи жидкости используют сжатый атмосферный воздух. Также эрлифт используется в коммунально-бытовых целях [9].

Эрлифт – это метод, использующий разность плотностей для поднятия взвешенных частиц и минералов на поверхность. Он широко применяется в горном деле для подъема материалов с большого глубинного уровня на поверхность.

РИСУНОК 3. Схема работы эрлифта



1 – обсадная труба (скважина), 2 – водопроводная труба, 3 – отбойный корпус, 4 – резервуар, Н<sub>г</sub> – практическая высота применения эрлифта (200 м)

В сочетании с камуфлетным взрыванием этот метод позволяет эффективно извлекать полезные ископаемые, такие как золото, серебро, медь и другие, содержащиеся в осадочных породах.

Принцип работы эрлифта достаточно прост. Взрыв разрушает твердые породы, после чего образовавшийся осадок, содержащий полезные ископаемые, смешивается с водой. Принцип работы эрлифта достаточно прост. Взрыв разрушает твердые породы, после чего образовавшийся осадок, содержащий полезные ископаемые, смешивается с водой. Затем в обсадную трубу (скважину) опускается водопроводная труба и с помощью компрессорной установки снижается давление, при этом изменяя плотность взорванной массы в скважине, что, в свою очередь, позволяет поднимать взвешенные частицы на поверхность. По закону сообщающихся сосудов между столбами жидкости в кольцевом пространстве между трубами (1) и (2) и более легкой смесью в водоподъемной трубе устанавливается равновесие. Столб воды в обсадной трубе выдавливает вверх столб смеси в подъемной трубе. При ударе об отбойный корпус (3) смесь выделяет воздух, а вода собирается в резервуаре (4). На практике с помощью эрлифтов удается поднимать воду на высоту (H<sub>r</sub>) до 200 метров, но теоретические расчеты позволяют разработать методику, при которой эрлифтная установка позволит поднимать взвешенные частицы не только на сотни, но и тысячи метров вверх [10, 11].

Использование эрлифта значительно упрощает и ускоряет процесс добычи, что становится особенно важным при работе на больших глубинах, где традиционные методы могут быть неэффективны.

### Камуфлетно-гидромониторный эрлифтный метод

Освоение твердых минеральных ресурсов дна морей и океанов с помощью предлагаемой концепции включает в себя следующие этапы:

- **Подбор места и размещение оборудования.** На первом этапе необходимо определить место, где будут установлены основное оборудование и поддерживающие конструкции. Это место должно быть выбрано с учетом географических, гидрологических и экологических факторов, чтобы

минимизировать воздействие на морскую экосистему и обеспечить безопасность работы. Затем необходимо установить оборудование для бурения и взрывания, способные работать на глубинах, характерных для данной местности. Они должны быть оборудованы специальными устройствами, позволяющими бурить в условиях подводной среды.

- **Бурение скважин.** На втором этапе необходимо пробурить скважины в местах залегания полезных ископаемых. Скважины должны быть расположены на достаточном расстоянии друг от друга, чтобы избежать разрушения пород между ними.
- **Размещение взрывчатых веществ.** На третьем этапе необходимо разместить взрывчатые вещества в скважинах. Количество взрывчатых веществ и их тип зависят от типа полезных ископаемых и глубины залегания.
- **Камуфлетный взрыв.** На четвертом этапе необходимо произвести камуфлетный взрыв. При этом образуется временная полость, которая может использоваться для добычи полезных ископаемых.
- **Гидромонитор.** На пятом этапе необходимо использовать гидромонитор для создания эмульсии в хранилище. Сопло гидромонитора вводится в то же устье скважины через которое проводилось бурение, после чего установка приступает к работе.
- **Эрлифт.** На шестом этапе необходимо использовать эрлифты для подъема эмульсии наверх.

**Камуфлетное хранилище,** принцип создания которого описан выше, представляет собой специально спроектированную конструкцию, предназначенную для временного хранения взорванной горной массы. Оно служит важным этапом в процессе обработки горных пород, позволяя организовать эффективный перевод массивов после взрывных работ. Создание такого хранилища позволяет избежать потерь, связанных с различными породами, и способствует лучшему контролю за всеми этапами переработки сырья. Функционирование камуфлетного хранилища обеспечивает равномерное распределение нагрузки на технику, занятой в процессе дальнейшего размыва.

Одним из ключевых этапов работы с камуфлетным хранилищем является *размыв* взорванной горной массы. Этот процесс осуществляется с помощью гидромониторов – специализированных устройств, которые используют поток воды под высоким давлением для разрушения и перемещения горных пород. Гидромониторы представляют собой высокоэффективные инструменты, позволяющие в значительной степени ускорить процесс извлечения полезных ископаемых. На начальном этапе мощные струи воды размывают взорванные массивы, превращая их в пульпу, которая представляет собой водную суспензию частиц горной породы.

Размыв является не только технологическим процессом, но и важным этапом, определяющим чистоту и качество получаемого конечного продукта. Использование гидромониторов позволяет эффективно удалять мелкие частицы породы и извлекать необходимые полезные ископаемые, что, в свою очередь, улучшает общие показатели работы предприятия. Более того, данный процесс также способствует минимизации воздействия на окружающую среду, поскольку позволяет аккумулировать отходы и организованно их перерабатывать.

После завершения этапа размыва происходят дальнейшие действия, связанные с подъемом пульпы на поверхность. Это осуществляется с помощью *эрлифтов* – специальных подъемных установок, которые эффективно перемещают пульпу из нижних уровней на поверхность для дальнейшей обработки. Принцип работы эрлифта достаточно прост. Эрлифты работают на принципе поднятия водной суспензии с использованием различных механизмов, что позволяет организовать данный процесс максимально эффективно и с минимальными затратами. Использование эрлифта значительно упрощает и ускоряет процесс добычи, что становится особенно важным при работе на больших глубинах, где традиционные методы могут быть неэффективны.

Выбор эрлифтов как средства для подъема пульпы также обусловлен их высокой производительностью и надежностью. Они могут обрабатывать большие объемы пульпы, обеспечивая бесперебойную работу всего производственного

процесса. Более того, эрлифты способны работать в сложных условиях, что является важным аспектом для горнодобывающей отрасли, где доступ к ресурсам порой сопровождается различными трудностями.

Эффективность всего метода, основанного на сочетании камуфлетного хранилища, размыва с помощью гидромониторов и подъема пульпы эрлифтом, проявляется не только в снижении производственных затрат, но и в повышении качества конечного продукта. Это, в свою очередь, благоприятно сказывается на экономических показателях предприятия и позволяет повысить его конкурентоспособность на рынке. Рассматривая применение данного метода, следует отметить важность комплексного подхода и его влияние на устойчивое развитие горной отрасли в целом.

В данном контексте можно ввести новый термин – «камифлетно-гидромониторный эрлифтный метод», который объединяет все ключевые элементы процесса и подчеркивает его инновационность и эффективность.

### Заключение

В условиях глобального истощения запасов минеральных ресурсов на суше, необходимость в разработке новых технологий для эффективной и безопасной добычи полезных ископаемых становится все более актуальной. Научная работа, посвященная камуфлетно-гидромониторному эрлифтному методу, представляет собой значимый вклад в эту область, предлагая инновационный подход к освоению глубоководных месторождений.

В ходе работы была разработана универсальная концепция добычи твердых полезных ископаемых с морского дна, которая учитывает как экологические, так и экономические параметры. Цель исследования, заключающаяся в создании эффективного и безопасного метода добычи, была достигнута.

Ключевым аспектом данной концепции является использование камуфлетного взрыва, который позволяет создавать временные полости на морском дне без разрушительного воздействия на его поверхность. Это открывает новые горизонты для извлечения ценных минералов, таких как

металлосодержащие руды, и минимизирует негативное воздействие на морскую экосистему. Важно отметить, что успешное применение этой технологии требует тщательного планирования и мониторинга, чтобы избежать разрушения подводных экосистем и сохранить биологическое разнообразие.

Этапы, описанные в работе, от подбора места и размещения оборудования до бурения скважин и размещения взрывчатых веществ, демонстрируют системный подход к разработке месторождений. Каждый из этих этапов требует учета географических, гидрологических и экологических факторов, что подчеркивает важность междисциплинарного подхода в данной области. Применение современных технологий, таких как моделирование и компьютерные расчеты, позволяет более точно прогнозировать последствия взрывов и оптимизировать процесс добычи.

Кроме того, работа акцентирует внимание на необходимости детального изучения структуры морского дна и физических свойств извлекаемых минералов. Это знание является основой для разработки эффективных методов добычи и минимизации рисков, связанных с экологическими катастрофами. В условиях растущего интереса к глубоководным ресурсам, данная концепция может стать основой для создания новых стандартов и практик в области подводной добычи.

В заключение следует отметить, что данная работа является лишь теоретическим обоснованием применения метода добычи твердых полезных ископаемых на морском дне. Основные достижения исследования включают:

- Формулирование концепции, которая может служить основой для дальнейших исследований и практических разработок в области подводной добычи.
- Подтверждение необходимости дальнейших исследований для оценки реальной эффективности и безопасности предложенного метода в условиях морской среды.

Таким образом, результаты данной работы подчеркивают важность теоретических исследований как первого шага к практическому внедрению инновационных

технологий в области добычи полезных ископаемых с морского дна.

Предложенная теоретическая концепция добычи твердых полезных ископаемых с морского и океанического дна с использованием камуфлетно-гидромониторного эрлифтного метода представляет собой многообещающее направление, способное решить многие проблемы, связанные с традиционными методами добычи. ●

### Литература

1. Свинцов Н.Ю. Анализ возможного экологического воздействия при добыче железомарганцевых конкреций в рудной провинции Клариион-Клипертон Тихого океана. Научный аспект. 2023. Т. 29. № 12. С. 3670–3677.
2. Свинцов Н.Ю. Воздействие на окружающую природную среду распространения плюма взвешенных частиц в водной толще при глубоководной добыче ЖМК в провинции Клариион-Клипертон Тихого океана / Н.Ю. Свинцов, Ю.А. Васянович // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 8 (146). – URL: <https://research-journal.org/archive/8-146-2024-august/10.60797/IRJ.2024.146.41> (дата обращения: 25.09.2024). – DOI: 10.60797/IRJ.2024.146.41.
3. ГОСТ Р 58150-2018 Горное дело. Динамические явления в угольных шахтах. Термины и определения.
4. ГОСТ Р 57704-2017 Горное дело. Взрывные работы на угледобывающих предприятиях. Термины и определения.
5. Педан Н.Р. Применение взрывчатого вещества Гидронит – П в водонасыщенных скважинах на взрывном блоке [Текст] / Н.Р. Педан // Научно-издательский центр «Аспект». – 2023. – № 12 – 2023. – С. 4252–4257.
6. Педан Н.Р., Васянович Ю.А. Применение водоустойчивого взрывчатого вещества «Гидронит – П» в горной промышленности [Текст] / Н.Р. Педан, Ю.А. Васянович // Взрывное дело. – 2024. – № Сборник № 143/100. – С. 122 – 132.
7. Технические устройства. Гидромонитор / [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия: [сайт]. – URL: <https://bigenc.ru/c/gidromonitor-383bde>.
8. Яхин Ю.М., Никитин К.Г., Хазиев Н.Н., Хасанов И.Ю. Способ очистки резервуара от донных отложений и устройство для его осуществления / Яхин Ю.М., Никитин К.Г., Хазиев Н.Н., Хасанов И.Ю. [Электронный ресурс] // Пантеон патентов: [сайт]. – URL: [https://studopedia.ru/9\\_52740\\_nagnetateli-treniya.html](https://studopedia.ru/9_52740_nagnetateli-treniya.html).
9. Технические устройства. Эрлифт / [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия: [сайт]. – URL: <https://bigenc.ru/c/erlift-1aee99>.
10. Нагнетатели трения / [Электронный ресурс] // Студопедия: [сайт]. – URL: [https://studopedia.ru/9\\_52740\\_nagnetateli-treniya.html](https://studopedia.ru/9_52740_nagnetateli-treniya.html).
11. Малухин Н.Г. Научно методическое обоснование эрлифтного гидроподъема при освоении месторождений дна морей и океанов / Н.Г. Малухин, В.П. Дробаденко, А.Л. Вильмис // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № S11. – С. 51 – 60. – EDN VKHFGZ.

KEYWORDS: *camouflage explosion, explosives, hydraulic monitor, airlift, mining, solid minerals, seabed.*

# НОСИТЕЛИ ДЛЯ КАТАЛИЗАТОРОВ ПИРОЛИЗА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА

ТЕРМИЧЕСКИЙ ПИРОЛИЗ ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВНЫМ СПОСОБОМ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗШИХ ОЛЕФИНОВ, КОТОРЫЕ, В СВОЮ ОЧЕРЕДЬ, СЛУЖАТ БАЗОВЫМ СЫРЬЕМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ С ВЫСОКОЙ ДОБАВЛЕННОЙ СТОИМОСТЬЮ. В ВИДУ РАСТУЩЕГО СПРОСА НА ОЛЕФИНЫ АКТУАЛЬНЫМ ЯВЛЯЕТСЯ ПОИСК НОВЫХ ПУТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПИРОЛИЗА, ОДНИМ ИЗ КОТОРЫХ ЯВЛЯЕТСЯ КАТАЛИТИЧЕСКИЙ ВАРИАНТ ЕГО ПРОВЕДЕНИЯ. ПРИМЕНЕНИЕ КАТАЛИЗАТОРА ПОЗВОЛЯЕТ СНИЗИТЬ ТЕМПЕРАТУРУ ПРОЦЕССА И УВЕЛИЧИТЬ ВЫХОД ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ, ЧТО БЛАГОПРИЯТНО СКАЗЫВАЕТСЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТАХ. ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КАТАЛИЗАТОРА ТРЕБУЕТСЯ ЕГО НАНЕСЕНИЕ НА НОСИТЕЛЬ, ЧТО ПОЗВОЛЯЕТ УЛУЧШИТЬ ЕГО МЕХАНИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ, ТЕРМИЧЕСКУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ И КАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ. В ДАННОЙ СТАТЬЕ ПРЕДСТАВЛЕН ОБЗОР НОСИТЕЛЕЙ ДЛЯ КАТАЛИЗАТОРОВ ПИРОЛИЗА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И РАССМОТРЕНО ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА

*THERMAL PYROLYSIS IS THE MAIN WAY TO PRODUCE LOWER OLEFINS, WHICH, IN TURN, SERVE AS BASIC RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF HIGH VALUE-ADDED PRODUCTS. IN VIEW OF THE GROWING DEMAND FOR OLEFINS, IT IS RELEVANT TO SEARCH FOR NEW WAYS TO IMPROVE PYROLYSIS, ONE OF WHICH IS A CATALYTIC VARIANT OF ITS PERFORMANCE. THE USE OF CATALYST ALLOWS TO REDUCE THE PROCESS TEMPERATURE AND INCREASE THE YIELD OF TARGET PRODUCTS, WHICH HAS A FAVORABLE EFFECT ON OPERATING COSTS. FOR EFFECTIVE FUNCTIONING OF THE CATALYST, IT IS REQUIRED TO APPLY IT ON A CARRIER, WHICH ALLOWS TO IMPROVE ITS MECHANICAL STRENGTH, THERMAL STABILITY AND CATALYTIC ACTIVITY. THIS PAPER PRESENTS AN OVERVIEW OF CARRIERS FOR HYDROCARBON PYROLYSIS CATALYSTS AND CONSIDERS THEIR INFLUENCE ON THE MATERIAL BALANCE OF THE PROCESS*

Ключевые слова: термический пиролиз, каталитический пиролиз, низшие олефины, этилен, пропилен, носители, катализаторы.

**Жагфаров Фирдавес Гаптелфартович**  
заведующий кафедрой газохимии, профессор, д.т.н.

**Буранбаева Миляуша Мухаметовна**  
магистрант, ассистент кафедры газохимии

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,  
кафедра газохимии

Развитие термического пиролиза – основной технологии получения низших олефинов – шло по пути совершенствования существующих технологий с помощью следующих мер: ужесточение условий (переход от «мягкого» пиролиза к «жесткому»), уменьшение времени контакта (для минимизации

роли вторичных реакций уплотнения и конденсации и предотвращения более глубокого разложения углеводородов), изменения конструкций змеевиков печей (печи нового поколения SRT-I-SRT-VI) и охлаждающих систем (закалочные, закалачно-испарительные аппараты), разработка горелок нового типа (панельных, акустических, вихревых и др.), применение жаропрочных материалов и др. [1, 2]. Однако данные меры исчерпали себя. Ввиду растущего спроса на олефины остро встал вопрос поиска новых путей совершенствования процесса.

Одним из потенциальных путей развития пиролиза является каталитический вариант проведения, который позволяет уменьшить температуру процесса и увеличить выход целевых продуктов. Для эффективного функционирования катализатора требуется

использование специальных материалов, на которые наносится активный компонент. Такие материалы носят название «носители» и предназначены для выполнения ряда функций: обеспечение термической и химической стабильности, механической прочности, регенерируемости и высокой активности катализатора. Последнее достигается посредством изменения площади поверхности и синергетического эффекта совместного использования носителя и катализатора. Носитель и катализатор составляют каталитическую систему.

Носитель выбирается исходя из условий проведения процесса. Пиролиз углеводородного сырья протекает в жестких условиях высоких температур и гидродинамических нагрузок, следовательно, носитель для соответствующих катализаторов должен быть термически стабилен и механически прочен. К тому же при пиролизе образуется нежелательный компонент – кокс, который откладывается на поверхности катализатора, блокируя его активные центры и тем самым снижая эффективность его работы [3]. Носитель должен минимизировать негативное воздействие кокса на активные центры катализатора. Целевыми продуктами пиролиза являются низшие олефины, выход которых способен увеличить катализатор, носитель же в свою очередь должен обеспечить высокую его производительность. Однако стоит отметить, что для процесса пиролиза отсутствуют абсолютно инертные материалы, все они в какой-то мере проявляют каталитическую активность по отношению к углеводородному сырью [3].

Таким образом, при выборе оптимального носителя для катализаторов пиролиза углеводородного сырья достигается максимально возможная эффективность работы каталитической системы, что способствует снижению температуры процесса, повышению селективности по основным продуктам, снижению коксообразования, увеличению длительности использования катализатора и как итог – снижению эксплуатационных затрат. Эффективность же работы носителей для каталитических систем в значительной степени зависит от природы используемого материала, его поровой структуры и физико-механических свойств.

В настоящее время в каталитических процессах нефте- и газопереработки в качестве носителей широко используются активированный уголь, керамические материалы, цеолиты, оксиды кремния, алюминия и др. С точки зрения геометрии применяемые носители можно классифицировать как гранулированные, сотовой структуры и пеноматериалы.

К синтетическим носителям относятся оксиды (кремния, алюминия и др.) и их комбинации (цеолиты, шпинели и др.), металлы, их сплавы и соединения (соли, карбиды), углеродные и полимерные материалы, блочные носители, стекловолокна, мембраны, композиционные материалы (керамика, углерод-минеральные композиты, керметы и др.). К природным – минералы (пемза, глины, графит, асбест, диатомит, алюмосиликаты и др.). Большое количество исследований посвящено исследованию минеральных материалов в качестве носителей катализаторов пиролиза углеводородного сырья.

Катализаторы, как правило, используются в совокупности с носителями, что целесообразно с точки зрения сохранения активного компонента. Наиболее популярными методами получения каталитических систем являются прессование и экструзия,

применяемые с целью получения катализаторов определенных геометрических форм (цилиндры, сферы, таблетки, кольца и др.). Вместе с этим появляется возможность введения модифицирующих добавок (связующих, структурирующих и др.). При выборе формы катализатора следует обращать внимание на те структуры и размеры, которые обеспечивают минимальное гидродинамическое сопротивление.

Максимальная прочность системы достигается при предварительной термообработке и прокатке каталитической массы и использовании специальных добавок, что также влияет на удельную поверхность и объем пор катализатора. Гетерогенно-гомогенный характер радикального механизма каталитического пиролиза приводит к тому, что работает лишь внешняя поверхность каталитической системы. Увеличение же внутренней поверхности и пористости негативно сказывается на пиролизе, способствуя протеканию вторичных процессов.

Глины представляют собой водные алюмосиликаты, содержащие в значительном количестве катионы металлов (железа, хрома, никеля, магния и др.). Среди классов глинистых минералов можно выделить смектиты (например, монтмориллонит и сапонит), слюду (иллит), каолинит, серпентин, пирофиллит (тальк), вермикулит и сепиолит. Глины характеризуются большой площадью поверхности и пористостью, т.е. обладают адсорбционными свойствами.

В силу подвижности катионов металлов в кристаллической структуре глины катионы могут подвергаться обратимому обмену с другими катионами, что придает глинам каталитическую активность. Способ формирования катализатора зависит от содержания глины: до 5% масс. имеет место прессование, при большем содержании – экструзия.

В патенте [4] активный компонент (водная суспензия сульфата стронция) наносится на насадку, изготовленную из необожженного глинозема, с последующей сушкой (при температуре 20 °С в течение 24 часов) и прокаткой (500–900 °С, 24 ч). Особенностью глинозема является его пористость, способствующая закреплению активной фазы в капиллярах носителя. Полученные при разной температуре прокатки образцы катализатора проходили испытания на механическую прочность. Установлено, что наибольшая механическая прочность достигается при прокатке катализатора при максимальной исследуемой температуре (900 °С).

Для оценки каталитической активности проанализированы продукты пиролиза пропана, проведенного при температуре 820 °С, соотношении

ТАБЛИЦА 1. Состав продуктов пиролиза

Состав продуктов, % масс.	Тип пиролиза		
	Термический пиролиз	Термический пиролиз с носителем	Каталитический пиролиз
H <sub>2</sub>	2,57	1,28	0,64
CH <sub>4</sub>	29,15	30,5	19,86
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	2,75	3,6	3,37
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	39,18	41,83	52,16
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	12,02	9,85	10,77
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	10,63	8,03	9,56

ТАБЛИЦА 2. Состав продуктов и условия проведения каталитического пиролиза

Условия проведения		Состав продуктов реакции, % масс.								
		CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	Газы	Конденсат
700 °С	0,25 ч <sup>-1</sup>	14,3	31,4	7,9	15,6	2,1	10,7	1,1	83,1	16,9
	0,5 ч <sup>-1</sup>	12,6	29,1	7,3	15,1	1,1	9,1	0,7	75,0	25,0
	1,0 ч <sup>-1</sup>	12,0	28,2	7,1	14,2	0,9	8,9	0,4	71,7	28,3
725 °С	0,25 ч <sup>-1</sup>	20,1	34,1	7,3	14,5	1,0	8,9	0,2	86,1	13,9
	1,0 ч <sup>-1</sup>	17,0	31,8	6,6	12,0	0,8	6,3	0,1	74,6	25,4
750 °С	0,25 ч <sup>-1</sup>	25,9	36,0	4,4	16,1	0,1	4,0	сл.	86,5	13,4
	0,5 ч <sup>-1</sup>	25,2	34,9	7,1	12,0	0,8	5,5	0,1	85,6	14,4
	1,0 ч <sup>-1</sup>	22,8	33,1	7,0	10,8	0,8	3,9	0,2	78,6	21,4

водяной пар : сырье = 30 : 70 и времени контакта 0,8 с. Состав продуктов, полученных при термическом пиролизе, термическом пиролизе с насадкой и каталитическом пиролизе представлен в таблице 1.

Установлено, что насадка из глинозема практически не влияет на выход низших олефинов, однако повышает термическую и механическую стабильность катализатора. Катализатор же в свою очередь способствует повышению выхода этилена [4]. Показано, что увеличение содержания оксида железа (III) негативно сказывается на выходе основных продуктов пиролиза – этилена и пропилена [5].

Если же катализатор наносится на непористый металлический носитель, то наблюдается отслойка катализатора с поверхности носителя (до 90%) и его унос в реакционный объем.

В патенте [6] в качестве каталитической системы применяется безводный хлорид бария и алюмосиликатная глина в таблетированной форме. Носитель имеет следующий состав, % масс.: оксид кремния – 67,2; оксид алюминия – 18,7; оксид натрия – 0,34; оксид железа (III) – 11,94. Содержание катализатора варьировали в диапазоне 55–70 % масс., носителя – 30–45 % масс., объемную скорость подачи сырья – 0,25–1,0 ч<sup>-1</sup>, температуру процесса – 700–750 °С. Несмотря на отказ от применения водяного пара в качестве разбавителя, коксообразование незначительно, выход этилена же максимален из полученных при температуре 750 °С и объемной скорости подачи 0,25 ч<sup>-1</sup>. Результаты исследования представлены в таблице 2.

В патенте [7] в качестве активного компонента также используется хлорид бария, однако в меньшем количестве (15–28 % масс.). Это связано с тем, что при меньшем содержании хлорида бария активность катализатора снижается, при большем – снижается его устойчивость. Носитель представляет собой пористую ячеистую кассету из модифицированного алюмосиликата. Для ее получения смесь глины, талька, γ-оксида алюминия и порообразователя подвергается экструзии, прокатке при температуре 600–1400 °С, пропитке активным компонентом и просушке при температурах 500 °С и 800 °С. В результате получен носитель следующего состава, % масс.: оксид алюминия – 32,0; оксид кремния – 51,0; оксид магния – 15,0; примеси – 2. Объемная скорость подачи сырья находится в диапазоне 0,5–1,2 ч<sup>-1</sup>, температура процесса – 700–750 °С.

Применение кассет, в отличие от насыпного слоя катализатора, обеспечивает уменьшение перепада давления в слое в 6 раз, что значительно улучшает показатели процесса. Пиролиз ведут без применения водяного пара и с использованием бензиновой фракции в качестве сырья. Состав получаемого пирогаза в зависимости от температуры процесса представлен в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3. Состав пирогаза (хлорид бария – 25 % масс., скорость подачи сырья – 1,0 ч<sup>-1</sup>)

Состав продуктов, % масс.	Температура, °С		
	700	725	750
H <sub>2</sub> + CH <sub>4</sub>	17,2	19,8	20,6
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	24,5	27,1	28,8
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,4	1,0	0,7
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	79,8	22,9	23,5
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,6	0,3	0,2
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	15,9	16,2	15,8
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,2	0,2	0,2
Суммарный выход газа	79,6	87,5	89,8

Использование носителя приводит к стабильности работы и сохранению катализатора, отсутствию структурных изменений и разрушений [7].

Проведен каталитический пиролиз бензиновой фракции в реакторе с неподвижным слоем катализатора. В качестве модифицирующей добавки используются графит и глина. Исследована зависимость структурно-механических свойств катализатора на основе хлорида бария от содержания глины. Установлено, что при содержании глины больше 20% масс. данные показатели улучшаются по сравнению с образцом без применения глины.

Катализатор с графитом испытывали в течение 700 ч. Установлено, что при длительной работе каталитического комплекса сохраняются высокие показатели процесса (активность, селективность по отношению к этилену и пропилену).

Выходы газообразных продуктов пиролиза с применением каталитической системы на основе соли бария и добавок графита и глины представлены в таблице 4.

ТАБЛИЦА 4. Выход газообразных продуктов пиролиза на барийсодержащих катализаторах (объемная скорость подачи сырья равна 0,5 ч<sup>-1</sup>)

Компонент	Выход продуктов (% масс.) при различных температурах			
	650 °С	700 °С	725 °С	750 °С
<b>Катализатор с добавлением 5% масс. графита</b>				
H <sub>2</sub> + CH <sub>4</sub>	11,4	12,4	19,1	27,4
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28,8	29,3	31,6	34,1
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	8,1	8,2	7,9	7,3
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	14,2	13,8	10,9	9,9
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1,9	1,8	0,7	0,4
Σ C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	8,3	8,1	5,5	4,8
Σ C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,4	0,4	0,2	0,1
Суммарный выход	72,8	74,0	75,9	84,0
<b>Катализатор с добавлением 30% масс. глины</b>				
H <sub>2</sub> + CH <sub>4</sub>	9,1	12,6	17,6	25,2
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28,2	29,1	32,9	34,9
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	10,0	7,3	7,2	7,1
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	14,9	15,1	13,8	12,0
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2,0	1,1	0,9	0,8
Σ C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	6,5	9,1	7,0	5,5
Σ C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,8	0,7	0,1	0,1
Суммарный выход	71,5	75,0	79,5	85,6

С экологической и экономической точек зрения актуальна утилизация пластиковых отходов с получением альтернативных топлив промышленного назначения. В работе [8] данный процесс осуществлен с помощью пиролиза с применением глины в качестве катализатора. Глина имеет следующий состав, % масс.: кремнезем – 64,5; оксид алюминия – 16,3; оксид железа (II) – 9,3 и оксиды других металлов.

ТАБЛИЦА 5. Выход продуктов пиролиза с керамическим слоем и с различными катализаторами (температура 830 °С)

	Выход продуктов, % масс.									
	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>5+</sub>	CO <sub>x</sub>
Керамика	1,04	15,26	28,60	2,57	14,38	0,37	4,07	0,53	27,18	0,11
12CaO · 7Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,35	15,28	28,26	2,66	14,67	0,38	4,19	0,61	26,16	3,13
MgO · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,36	16,10	27,71	2,69	12,80	0,33	3,22	0,29	29,71	0,41
SrO · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,22	15,16	28,72	2,55	14,36	0,38	4,27	0,57	24,87	1,71
MnO · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,30	14,73	26,58	2,54	13,30	0,34	3,77	0,44	30,02	1,38
TiO <sub>2</sub> · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,08	15,43	28,80	2,61	14,13	0,35	3,86	0,36	27,55	0,13
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,28	14,53	27,32	2,65	14,75	0,38	4,42	0,55	27,83	1,07

Соотношение оксида кремния к оксиду алюминия определяет кислотность материала. Исследуемая глина имеет низкое соотношение SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, равное 3,96. Данное обстоятельство является благоприятным для процесса пиролиза.

Глина зарекомендовала себя в качестве катализатора пиролиза пластмасс, поскольку ее использование привело к снижению температуры процесса с необходимых 600 °С при термическом пиролизе до 300 °С и увеличению выхода жидких продуктов.

В работе [9] сравниваются результаты термического пиролиза в пустой трубе, термического пиролиза со стационарным керамическим слоем и пиролиза с применением катализаторов на основе оксидов металлов. Все эксперименты проводятся при одинаковых условиях процесса: время пребывания – 0,6 с, массовое соотношение водяной пар : нефть = 0,7 : 1, температура изменялась в диапазоне 770–890 °С. Для поддержания одинакового времени пребывания скорость подачи сырья изменяется от 6,1 г/мин для реактора с насадкой до 7,8 г/мин для пустой трубы. Исследованы керамические зерна цилиндрической формы трех размеров следующего состава, % масс.: кремний – 34,9; алюминий – 13,25; железо – 0,69; калий – 2,14; титан – 0,66; магний – 0,26; кислород – 48,1.

Получено, что выход этилена в реакторе с керамическим слоем выше, чем в пустой трубке. Для определения влияния удельной площади поверхности инертного материала на показатели процесса испытаны керамические материалы различных форм. Установлено, что данный показатель не влияет на выход продуктов [9]. Полученные результаты не согласуются с работой [10], авторы которой связывают увеличение выхода этилена с увеличением отношения площади поверхности к объему.

Каталитическую систему готовят следующим образом: необходимые количества оксидов металла смешиваются с глиноземом, добавляется дистиллированная вода и связующее звено для облегчения формования. Полученные цилиндры выдерживаются в течение 24 ч, затем помещаются в печь, где прокаливаются в течение 48 часов при температуре спекания. Прокаливание при такой температуре способствует протеканию реакций между двумя оксидами и повышению прочности спеченного образца.

Выходы продуктов термического пиролиза с керамическим слоем и каталитического пиролиза представлены в таблице 5.

Проведенные эксперименты показывают, что выход этилена как основного продукта пиролиза нефти для некоторых катализаторов не изменяется, а для некоторых – снижается по сравнению с выходом в реакторе с инертным материалом.

Пиролиз нефти коксования проводится на кварцевых зернах и силикагеле при температуре 700 °С, объемной скорости 5,7 ч<sup>-1</sup> и массовом соотношении пар : сырье = 0,5 : 1. Выход продуктов представлен в таблице 6 [11].

ТАБЛИЦА 6. Выход продуктов пиролиза на силикагеле и кварцевых зернах

Показатель	Силикагель	Кварцевые зерна
<b>Выход продуктов, % масс.:</b>		
H <sub>2</sub> + CH <sub>4</sub>	34,28	36,55
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	20,03	20,16
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	45,57	43,11
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	0,12	0,18
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> , C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	16,21	15,59
Σолефинов	12,98	11,72
Жидкие продукты	8,43	7,48
Кокс	37,61	34,79
Конверсия, % масс.	54,43	56,89
Селективность по сумме легких олефинов	69,98	67,39

Распределение выходов целевых продуктов для применяемых инертных материалов сопоставимо, несмотря на большую разницу площадей поверхности и размеров пор обоих носителей. Следовательно, данные показатели оказывают незначительное влияние на процесс.

Приводится сравнение выходов продуктов при термическом пиролизе на кварцевых зернах и при каталитическом пиролизе. Применение катализатора способствует увеличению конверсии сырья (с 12,68 до 31,67 % масс.) и выхода легких олефинов [11].

В работе [12] проведены испытания нескольких образцов катализаторов на основе оксидов металлов. Наиболее эффективным является катализатор с формулой 12CaO·7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, прокаленный при температуре 1300 °С. Установлено, что чем выше температура прокаливания каталитической системы, тем меньше выход нежелательных продуктов (кокса и оксидов углерода). Конверсия сырья с использованием катализатора и оксида алюминия по сравнению с пиролизом в пустой трубе представлена в таблице 7.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что глинозем не является абсолютно инертным материалом. Исследователи пришли к выводу, что катализатор увеличивает выход продуктов без изменения их распределения, т.е. не влияет на селективность основных продуктов. Известно, что добавление карбоната калия к катализатору 12CaO·7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> приводит к значительному уменьшению выхода кокса [13, 14].

ТАБЛИЦА 7. Конверсия сырья

Компонент	Конверсия, % масс.		
	Катализатор 12CaO·7Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	α-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Пиролиз в пустой трубе
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	34,8	22,2	16,9
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	19,0	13,5	10,8
CH <sub>4</sub>	6,0	5,9	4,4
CO + CO <sub>2</sub>	1,7	2,1	2,0

Исследовано влияние физико-химических свойств α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на образование кокса [15]. Установлено, что чем меньше площадь поверхности и объем пор материала, тем меньше образование кокса. Причем осаждение кокса резко возрастает с увеличением площади поверхности до 1 м<sup>2</sup>/г и затем выходит на плато. Содержание SiO<sub>2</sub> не оказывает значительного влияния на коксообразование при пиролизе нефти.

Исследовано влияние объемного эффекта инертных поверхностей на выход продуктов пиролиза. Температура варьируется в диапазоне 760–830 °С, время пребывания поддерживается на уровне 0,6 с. Использование фракций с широким гранулометрическим составом исключается, поскольку это приводит к повышенным перепадам давления, что снижает производительность.

Авторы пришли к выводу, что более высокое соотношение площади поверхности к объему обеспечивает лучшую передачу тепла от нагретых стенок реактора к газу, вследствие чего увеличивается выход целевых продуктов (при увеличении S/V в 10 раз выход этилена увеличивается на 25 %). Для оптимизации процесса необходимо подобрать носитель, имеющий высокую проницаемость при достаточной площади поверхности [10]. Данное решение также снизит влияние коксообразования на перепад давления.

Цеолиты – синтетические или природные минералы, обладающие рядом уникальных свойств ввиду особой кристаллической структуры, представленной тетраэдрами [SiO<sub>4</sub>]<sup>4-</sup> и [AlO<sub>4</sub>]<sup>5-</sup> с общими вершинами, образующими каркас с полостями и каналами. С химической точки зрения они являются водными алюмосиликатами щелочных и щелочноземельных элементов, способными к катионному обмену и адсорбции. Цеолиты также способны проявлять каталитическую активность, что доказывается их широкой распространенностью в качестве катализаторов следующих процессов: крекинга, гидрокрекинга, изомеризации, алкилирования и др.

Цеолиты отличаются термической стабильностью, устойчивостью к контактными ядам (сернистые, азотсодержащие соединения, металлы, содержащиеся в углеводородном сырье), регенерируемостью, возможностью влиять на их свойства посредством модификаций и некоррозионностью по отношению к оборудованию.

Таким образом, цеолиты могут быть использованы как в качестве носителей активных компонентов, так и в качестве самостоятельных активных компонентов. Последнее применение наиболее распространено.

Установлено, что конверсия сырья в основном зависит от количества кислотных участков в катализаторе,

а скорость его дезактивации (вследствие образования кокса) определяется структурой пор [16]. Меньшее содержание алюминия в структуре катализатора приводит к уменьшению доли кислотных участков, что способствует повышению селективности по отношению к легким олефинам. Олефины, как известно, являются промежуточными продуктами на пути превращения сырья в ароматические и полиароматические соединения. Катализатор с более низкой кислотностью уменьшает протекание бимолекулярных реакций [17]. Данные закономерности можно использовать при разработке носителя для катализатора пиролиза углеводородного сырья.

Так, в работе [18] исследован каталитический пиролиз бензиновой фракции на природном цеолите – силлиманите (общая формула Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>), запасы которого в России велики. Из трех модификаций ортосиликата алюминия именно он проявляет каталитическую активность в силу особого строения. Используемый силлиманит имеет следующий состав, % масс.: оксид алюминия – 61,2; оксид кремния – 36,6; оксид железа (III) – 0,96 и оксиды других металлов. Выход олефинов при термическом пиролизе (температура 700 °С, скорость подачи сырья 15,2 см<sup>3</sup>/см<sup>3</sup>·ч) в кварцевом реакторе составил 32,7 %, при тех же условиях на силлиманите – 67,7 %. При этом выходы низших олефинов уменьшаются в ряду амилена (22,61 %), бутилены (16,13 %), пропилен (15,76 %), этилен (13,20 %). Выход этилена незначителен.

В работе [19] сырьем каталитического крекинга служит додекан, выполняющий роль модельного соединения тяжелой нефти. В качестве катализатора выбран нанокристаллический катализатор ZSM-5. Предварительная обработка катализатора паром способствует увеличению объема пор, следовательно, увеличению селективности по олефинам. Высокая конверсия достигнута при каталитическом пиролизе как в присутствии, так и в отсутствии водяного пара. Применение водяного пара способствовало уменьшению выхода сухого газа и кокса параллельно с увеличением конверсии сырья в олефины.

Интерес представляют носители на основе углерода, поскольку в зависимости от особенностей, требований и потребностей процесса могут быть получены различные их модификации. Активированный уголь широко применяется в качестве основы катализаторов в силу высокой площади поверхности и стойкости при высоких температурах. Известны новые морфологии углерода – углеродные нанотрубки. Более высокая стабильность и превосходные физико-химические свойства свидетельствуют об их перспективности. Однако они склонны к разложению при температуре выше 550 °С, что требует покрытия металлическими оксидами для обеспечения термостабильности.

Изучали применение углеродных нанотрубок, модифицированных редкоземельными элементами (кремний, церий), для получения легких олефинов путем каталитического пиролиза нефти в реакторе с неподвижным слоем. Выходы этилена и пропилена достигли максимального значения 26,5 % масс. при температуре 680 °С, времени пребывания 0,5 с, массовом соотношении пар : сырье = 0,5 : 1 [20, 21]. Несмотря на приемлемые результаты, получение углеродных нанотрубок и их модификация являются дорогостоящими операциями, что ограничивает их применение в промышленном масштабе.

Таким образом, в качестве альтернативы термического пиролиза углеводородного сырья предложен каталитический вариант его проведения. Катализаторы, снижая энергию активации, позволяют проводить процесс при более низких температурах, что значительно снижает энергопотребление установок. К тому же катализаторы повышают селективность образования низших олефинов, в результате чего доля жидких и твердых продуктов снижается. Имеется множество исследований каталитического пиролиза углеводородного сырья, где большое внимание уделяется катализаторам, но лишь малая часть из них касается разработки носителей каталитических систем. Применением носителя не стоит пренебрегать, т.к. он способен значительно увеличить срок службы катализатора, повышая его механическую прочность, термическую стабильность и каталитическую активность. ●

**Литература**

1. Печников А.С., Печников С.А. Разработка и исследование новой системы сжигания топлива печей установок пиролиза на основе горелок типа агг-3м // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – 2017. – № 1 (53). – С. 198–204.
2. Хафизов И.Ф., Мусин Р.Р. Современные тенденции развития процесса пиролиза // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 2. – С. 231–234.
3. Жагфаров, Фирдавес Гаптелфартович. Разработка процесса каталитического пиролиза углеводородного сырья: автореферат дис. ... доктора технических наук: 02.00.13 / Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И.М. Губкина. – Москва, 2005. – 48 с.
4. Катализатор для получения газообразных олефинов и способ получения газообразных олефинов с его использованием: пат. 2088330 Рос. Федерация. № 94029587/04; заявл. 04.08.1994; опубл. 27.08.1997, 5 с.
5. Способ приготовления катализатора: пат. 2161069 Рос. Федерация. № 99126062/04; заявл. 08.12.1999; опубл. 27.12.2000, 5 с.
6. Урманцев У.Р. и др. Подбор носителей катализатора пиролиза // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2006. – № 2. – С. 84–89.
7. Способ приготовления кассетного катализатора пиролиза углеводородных фракций: пат. 2776847 Рос. Федерация. № 2021129654; заявл. 11.10.2021; опубл. 27.07.2022, 7 с.
8. Zeddy C. Mibei, Anil Kumar, Stephen M. Talai. Catalytic Pyrolysis of Plastic Waste to Liquid Fuel Using Local Clay Catalyst // Journal of Energy. – 2023. – 11 p.
9. Towfighi J. et al. Steam cracking of naphtha in packed bed reactors // Industrial & engineering chemistry research. – 2002. – Т. 41. – № 6. – С. 1419–1424.
10. Golombok M. et al. Surface-enhanced light olefin yields during steam cracking // Industrial & engineering chemistry research. – 2000. – Т. 39. – № 2. – С. 285–291.
11. Liu W. et al. Pyrolysis performances of catalytic cracking naphtha and coker naphtha on inert carriers and an active catalyst // Energy & fuels. – 2009. – Т. 23. – № 12. – С. 5760–5764.
12. Lemonidou A.A., Vasalos I.A. Preparation and evaluation of catalysts for the production of ethylene via steam cracking: effect of operating conditions on the performance of 12CaO-7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Catalyst // Applied catalysis. – 1989. – Т. 54. – № 1. – С. 119–138.
13. Mukhopadhyay R., Kunzru D. Catalytic pyrolysis of naphtha on calcium aluminate catalysts. Effect of potassium carbonate impregnation // Industrial & engineering chemistry research. – 1993. – Т. 32. – № 9. – С. 1914–1920.
14. Pant K. K., Kunzru D. Catalytic pyrolysis of n-heptane on unpromoted and potassium promoted calcium aluminates // Chemical Engineering Journal. – 2002. – Т. 87. – № 2. – С. 219–225.
15. Jeong S. M. et al. Coke formation on the surface of α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in the catalytic pyrolysis of naphtha // Korean Journal of Chemical Engineering. – 2001. – Т. 18. – С. 842–847.
16. Jung J. S., Kim T. J., Seo G. Catalytic cracking of n-octane over zeolites with different pore structures and acidities // Korean Journal of Chemical Engineering. – 2004. – Т. 21. – С. 777–781.
17. Altwasser S. et al. Catalytic cracking of n-octane on small-pore zeolites // Microporous and mesoporous materials. – 2005. – Т. 83. – № 1–3. – С. 345–356.
18. Колесников С.И. и др. Каталитический пиролиз бензина на силлиманите // Труды Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина. – 2020. – № 3. – С. 72–84.
19. Al-Shafei E. N. et al. Steam catalytic cracking and lump kinetics of naphtha to light olefins over nanocrystalline ZSM-5 zeolite // RSC advances. – 2023. – Т. 13. – № 37. – С. 25804–25816.
20. Keyvanloo K. Experimental studies on thermal catalytic cracking of naphtha over carbon nanotubes modified with rare earth elements for production of light olefins. M.Sc. thesis. Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, 2010.
21. Towfighi J., Keyvanloo K., Sadrameli S.M., Mohammadalizadeh A. Estimating the effects of key factors, their interactions and optimization of naphtha steam cracking by statistical design of experiment. J Anal Appl Pyrol 2010;87:224–30.

KEYWORDS: *thermal pyrolysis, catalytic pyrolysis, lower olefins, ethylene, propylene, carriers, catalysts.*

# АВСТРИЯ:

## особенная страна на газовом рынке Европы

**Щетников  
Никита Сергеевич**  
студент

**Козлов  
Андрей Михайлович**  
доцент кафедры газохимии,  
к.т.н.

**Худяков  
Денис Сергеевич**  
доцент кафедры газохимии,  
к.т.н.

**Стыценко  
Валентин Дмитриевич**  
профессор кафедры  
физической и коллоидной  
химии,  
д.х.н.

РГУ нефти и газа (НИУ) имени  
И.М. Губкина

В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ПРИ РАССМОТРЕНИИ ЭКОНОМИКИ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАЗВИТИЯ ТОЙ ИЛИ ИНОЙ СТРАНЫ ЗНАЧИТЕЛЬНОЕ ВНИМАНИЕ УДЕЛЯЮТ ЭНЕРГЕТИКЕ И ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ СТОИМОСТИ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ. ДЛЯ СТРАН ЕВРОПЫ ТАКОЕ ВНИМАНИЕ К ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ РЕСУРСАМ ОСОБО АКТУАЛЬНО, ТАК КАК НЕВЫРАБОТАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ С КАЖДЫМ ГОДОМ СТАНОВИТЬСЯ МЕНЬШЕ, А ИМПОРТ ПРИРОДНОГО ГАЗА И НЕФТИ ОБХОДИТСЯ ВСЕ ДОРОЖЕ. НО ЕСТЬ ОДНО ГОСУДАРСТВО ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ, В КОТОРОМ ПРИ НЕЗНАЧИТЕЛЬНОЙ ДОБЫЧЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ СМОГЛИ ДОБИТЬСЯ КАК СУЩЕСТВЕННОЙ ПРИБЫЛИ ОТ ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ, ТАК И ВОЗМОЖНОСТИ ЗНАЧИТЕЛЬНОГО НАКОПЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА, – ЭТО АВСТРИЯ

*NOWADAYS, WHEN CONSIDERING THE ECONOMY AND DEVELOPMENT OPPORTUNITIES OF A COUNTRY, CONSIDERABLE ATTENTION IS PAID TO ENERGY AND THE POTENTIAL COST OF ENERGY RESOURCES. FOR EUROPEAN COUNTRIES, SUCH ATTENTION TO ENERGY RESOURCES IS ESPECIALLY RELEVANT, SINCE THE NUMBER OF UNDEVELOPED HYDROCARBON DEPOSITS IS DECREASING EVERY YEAR, AND THE IMPORT OF NATURAL GAS AND OIL IS BECOMING MORE AND MORE EXPENSIVE. HOWEVER, THERE IS ONE WESTERN EUROPEAN COUNTRY THAT, WITH INSIGNIFICANT EXTRACTION OF ENERGY RESOURCES, HAS MANAGED TO ACHIEVE BOTH SUBSTANTIAL PROFITS FROM THEIR DISTRIBUTION AND THE POSSIBILITY OF SIGNIFICANT ACCUMULATION OF NATURAL GAS: THIS COUNTRY IS AUSTRIA*

Ключевые слова: Австрия, природный газ, газовый хаб Баумгартнер, хранилище газа.

УДК 665.612.3:436

Природный газ занимает важное место в мировом энергетическом балансе, например, до 30% краткосрочного спроса на электроэнергию покрывается именно за счет природного газа, и желание Евросоюза минимизировать использование ископаемого природного газа может привести к проблемам с обеспечением электроэнергии по конкурентным ценам в ряде стран, одной из которых является Австрия.

Австрия долгое время являлась ключевым партнером России в газовой сфере в Европе, так как эта страна один из важнейших рынков, который обеспечивает надежность поставок углеводородов в страны Европы.

Учитывая географическое расположение, углеводородный потенциал Австрии невелик, и в стране имеются небольшие месторождения нефти и природного газа. Ежегодное потребление газа в стране составляет около 9 млрд м<sup>3</sup> в год, при этом собственная добыча способна покрывать только 900 млн м<sup>3</sup>, тем не менее в июле 2023 года было открыто крупнейшее за последние 40 лет месторождение природного газа с запасами в 4,6 млрд м<sup>3</sup>, но такое открытие, как и дальнейшая его разработка в течение 10 лет, хоть и позволят увеличить долю, обеспечиваемую внутренней добычей, на 50%, но эти объемы не способны полностью компенсировать импортируемое сырье.

Импорт природного газа в 2022 году в Австрию составил приблизительно 49,3 млрд м<sup>3</sup>, а экспорт – 40,1 млрд м<sup>3</sup>, при этом более 80% импортного газа было поставлено из стран СНГ, прежде всего – из России. Следует отметить, что значительный экспорт обеспечивается наличием в Австрии газового хаба Баумгартнер, который является важным транспортным узлом европейской распределительной сети природного газа, где сходятся газовые потоки не только из севера Западной Европы, но и из Западной Сибири, а из хаба газопроводы распределяют газ дальше как к местным покупателям, так и в европейские страны. Следует отметить, что, несмотря на столь долгое сотрудничество СССР (России) и Австрии (в ходе мероприятий по случаю

50-летнего юбилея поставок российского газа в Австрию в июне 2018 г. с компанией OMV Gas Marketing & Trading GmbH (OGMT) было подписано соглашение о продлении действующих до 2028 г. долгосрочных контрактов на поставку газа в Австрию до 31 декабря 2040 г.), в ноябре 2024 г. поставки природного газа из России в адрес OGMT были прекращены.

Долгое время Австрии была выгодна работа по долгосрочным контрактам на поставку газа, так в третьем квартале 2023 года Австрия импортировала из России в среднем 55,8 млн м<sup>3</sup> газа в месяц,

Одной из особенностей Австрии, как крупного газораспределительного центра, является наличие хранилищ газа, полезный объем которых оценивается в 8,2 млрд м<sup>3</sup>, ни одна другая западноевропейская страна не имеет возможностей хранить практически годовой запас газа

и если ранее страна зависела от российского газа лишь на 75–80% и стремилась снизить этот показатель к 2050 г., то за счет конкурентной стоимости газа в 2024 г. поставки газа из России составляли до 90% от всего объема используемого газа в Австрии, прежде всего по стоимостным причинам.

Следует отметить, что одной из особенностей Австрии, как крупного газораспределительного центра, является наличие хранилищ газа, при этом их полезный объем оценивается примерно в 8,2 млрд м<sup>3</sup>, и никакая другая западноевропейская страна не имеет возможностей хранить практически годовой запас этого энергетического ресурса. В настоящее время наиболее важными являются комплексы «Хайдах», «Шенкирхен-Райердсорф», «Пухкирхен», «Семь месторождений».

Комплекс «Хайдах» расположен недалеко от города Зальцбург. Является вторым по объемам комплексом ПХГ в Центральной Европе с общей емкостью 2,64 млрд м<sup>3</sup>. Этого количества достаточно, чтобы перекрыть треть годовой потребности Австрии в природном газе при сохранении

нынешнего уровня потребления. Комплекс соединен с немецко-австрийским газотранспортным узлом «Бургхаузен». Эксплуатируется данный комплекс австрийской энергетической компанией RAG.

Комплекс «Шенкирхен-Райердсорф», расположенный в районе Гензерндорфа, эксплуатируется австрийским энергетическим концерном OMV и обладает емкостью 1,57 млрд м<sup>3</sup>. Газ хранится в пяти расположенных последовательно пластах: пласт 1 залегают на глубине 510 м и вмещает 120 млн м<sup>3</sup>, пласт 2 – на глубине 550 м

и вмещает 160 млн м<sup>3</sup>, пласт 3 – на глубине 750 м, вмещает 210 млн м<sup>3</sup>, пласт 4 – на глубине 1050 м, вмещает 550 млн м<sup>3</sup> и пласт 5 расположен на глубине 1150 м, вместимость 530 млн м<sup>3</sup>.

Комплекс «Пухкирхен» расположен в районе Тимелькама, эксплуатируется австрийской энергетической компанией RAG. Первоначальная вместимость комплекса составляла 860 млн м<sup>3</sup> газа, однако в 2010 году он был модернизирован. Сейчас вместимость увеличена до 1,1 млрд м<sup>3</sup>, благодаря объединению с расположенным неподалеку выработанным месторождением природного газа.

Комплекс «Семь месторождений» расположен недалеко от города Зальцбург, эксплуатируется двумя энергетическими компаниями: австрийской RAG и немецкой E.ON. Необычное название комплекса означает, что для хранения газа используются семь истощенных газовых пластов, расположенных на глубинах от 1300 до 2300 м. При запуске этого ПХГ в 2011 г. хранилище могло вместить до 1,1 млрд м<sup>3</sup>, а при использовании впоследствии всех пластов емкость увеличится до 2 млрд м<sup>3</sup>.

Но Австрия, являясь крупным газораспределительным центром Центральной и Восточной Европы, обладает не только крупнейшими подземными хранилищами газа, но и, как следствие, развитой сетью магистральных газопроводов (около 2900 км) и газопроводов-отводов (до 42 тыс. км), которые применяются как для внутренних потребителей, так и для экспортных поставок. Для транзита природного газа используются газопроводы TAG, WAG, SOL, HAG.

Трансавстрийский газопровод (TAG) ведет от Баумгартена до Арнольдштайна, протяженность его составляет примерно 380 км. По нему поставляется природный газ для Италии, Словении и Хорватии, а также для южных и восточных регионов Австрии.

Юго-Восточный газопровод (SOL) является ответвлением от Трансавстрийского газопровода в Вайтендорфе до Мурфилда. Его протяженность составляет всего 26 км.

Западно-Австрийский газопровод (WAG) расположен между Баумгартеном и Оберкаппелем. Его протяженность – 245 км. По нему газ поставляется во Францию, Германию, а также в центральную часть страны.

Являясь крупным потребителем энергоресурсов и покрывая за счет импорта газа порядка 36 % своих потребностей в энергоносителях Австрия отказалась от долгосрочного контракта на поставку газа с Россией

Венгро-Австрийский трубопровод (HAG) является расширением Западно-Австрийского трубопровода на восток и проходит в юго-восточной части Австрии, обеспечивая поставки газа в Венгрию и Словакию. Общая протяженность трубопровода по территории страны составляет 26 км.

Таким образом, Австрия обладает достаточно развитой трубопроводной сетью для снабжения природным газом как внутренний рынок страны, так и рынки соседних стран, при этом Баумгартен в данном случае является

распределительным узлом для дальнейшей транспортировки газа. Непосредственно торговля природным газом выполняется на Центрально-Европейском газовом хабе с 11 декабря 2009 года.

Австрия обладает достаточно развитой трубопроводной сетью для снабжения природным газом как внутреннего рынка страны, так и соседних стран

При этом первоначально торговля на бирже осуществлялась только на базе спотовых контрактов, а фьючерсные сделки начали заключать с 10 декабря 2010 года.

Особенностью биржи является торговля обезличенным газом, но учитывая расположение магистральных газопроводов особую роль играет газ, добываемый в России.

Таким образом, Австрия эффективно использует свою уникальную роль в газовом рынке Европы: республика не обладает крупными запасами энергетических ресурсов, но является одним из ключевых транзитеров газа на европейский рынок, в связи с чем в страна сможет занимать ключевые

позиции на Европейском газовом рынке, при этом именно газовая инфраструктура является самой экономически выгодной для страны. Тем не менее, являясь крупным потребителем энергоресурсов и покрывая за счет импорта газа порядка 36 % своих потребностей в энергоносителях, эта страна отказалась от долгосрочного контракта на поставку газа с Россией, что заставило ее покупать природный газ по более высокой цене, что отрицательно сказывается на экономических показателях.

Тем не менее, учитывая наличие крупнейших хранилищ

газа в Европе и развитые трубопроводы, Австрия является одной из немногих европейских стран, которая может обойтись вообще без импорта газа довольно длительное время, что делает ее необычной и несколько объясняет ее позицию по природному газу, сформированную в последнее время. ●

**Литература**

1. Брагинский О.Б. Нефтегазовый комплекс мира. – М.: Нефть и газ, 2006. – 640 с.
2. История поставок советского и российского газа в Европу [Электронный ресурс]. – <https://www.kommersant.ru/doc/3650812> (дата обращения: 28.12.2024).
3. Австрия [Электронный ресурс]. – (дата обращения: 30.12.2024).
4. 50 лет надежных поставок российского газа в Австрию [Электронный ресурс]. – <https://www.gazprom.ru/press/news/2018/june/article433093/> (дата обращения: 12.12.2024).
5. Отменить нельзя оставить: роль природного газа в энергетическом секторе Австрии [Электронный ресурс]. – <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/columns/sandbox/otmenit-nelzya-ostavit-rol-prirodnogo-gaza-v-energeticheskom-sektore-avstrii/> (дата обращения: 23.12.2024).
6. Экспорт природного газа хаб Баумгартен [Электронный ресурс]. – [https://nwca.ru/catalog/nefteprodukty\\_na\\_eksport/577/](https://nwca.ru/catalog/nefteprodukty_na_eksport/577/) (дата обращения: 25.12.2024).
7. В Австрии увидели огромный риск прекращения поставок российского газа [Электронный ресурс]. – <https://www.rbc.ru/politics/13/08/2024/66bb426f9a79471504e3b895> (дата обращения: 20.12.2024).
8. В Австрии намерены к 2027 году полностью отказаться от газа из РФ [Электронный ресурс]. – <https://tass.ru/ekonomika/20246255> (дата обращения: 20.12.2024).
9. OMV открыла крупнейшее за последние 40 лет газовое месторождение в Австрии [Электронный ресурс]. – <https://tass.ru/ekonomika/18389081> (дата обращения: 24.12.2024).
10. Гончарова Н.Н., Родина Н.В., Козлов А.М. Гронинген: до свидания, великан // Деловой журнал Neftgaz.RU. – 2024. – № 5 (149). – С. 72–73.
11. Халова Г.О., Новикова А.В. Сотрудничество Российской Федерации и Австрийской Республики в газовой сфере // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 6. – С. 81–84.
12. Сумин А.М. Энергетическая политика Австрии: национальный и европейский аспект // Энергетика и геополитика. – 2015. – № 1. – С. 76–83.

KEYWORDS: Austria, natural gas, Baumgartner gas hub, gas storage.



# Тендерный КОНСАЛТИНГ

ПОДДЕРЖКА УЧАСТНИКОВ ЗАКУПОК НА ВСЕХ ЭТАПАХ (ПО ФЗ №44 И ПО ФЗ №223)



Действуя строго в рамках законодательства, мы обеспечиваем вам честную победу в нужном тендере

+7 495 987 18 50

(многоканальный)

Москва, ул. Крымский вал, д.3, стр.2, офис №7 (м. Октябрьская)

# РОССИЙСКО-КИТАЙСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ГАЗОВОЙ СФЕРЕ:

## современное состояние и перспективы развития в контексте реализации проекта «Сила Сибири»

В СТАТЬЕ РАССМАТРИВАЕТСЯ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОТРУДНИЧЕСТВА РОССИИ И КИТАЯ В ГАЗОВОЙ СФЕРЕ В РАМКАХ ПРОЕКТА «СИЛА СИБИРИ» С УЧЕТОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ КИТАЯ И ПОТЕНЦИАЛА ВОСТОЧНЫХ ГАЗОВЫХ ЦЕНТРОВ РОССИИ. ОЦЕНЕНЫ ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА И НАРАЩИВАНИЯ ЕГО МОЩНОСТЕЙ ПО ТРАНСПОРТУ ГАЗА В КИТАЙ В ТЕКУЩИХ И ПРОГНОЗНЫХ ОБЪЕМАХ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГАЗА В КНР. ВЫДЕЛЕНЫ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПАРТНЕРСТВА РОССИИ И КИТАЯ В ГАЗОВОЙ СФЕРЕ. ПРОИЗВЕДЕНА ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И МОЩНОСТЕЙ ВОСТОЧНЫХ ГАЗОВЫХ ЦЕНТРОВ РОССИИ. ПРЕДПРИНЯТА ПОПЫТКА ОЦЕНИТЬ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКО-КИТАЙСКОГО ГАЗОВОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В РАМКАХ ПРОЕКТА И ЕГО РАСШИРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕЖДУНАРОДНЫХ ЭКОНОМИКО-ПОЛИТИЧЕСКИХ РЕАЛИЙ И СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ МИРОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЫНКА. АНАЛИЗ ПОКАЗАЛ, ЧТО РАСТУЩИЙ СПРОС НА ПРИРОДНЫЙ ГАЗ В КНР, СВЯЗАННЫЙ С ПОВЫШЕНИЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА, РАЗВИТИЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРЫ, ПОДДЕРЖАНИЕМ ГЛОБАЛЬНОЙ ЦЕЛИ ПО ГЕНЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ С НИЗКИМ УРОВНЕМ ВЫБРОСОВ УГЛЕРОДА, БУДЕТ СПОСОБСТВОВАТЬ РАЗВИТИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА МЕЖДУ РОССИЕЙ И КИТАЕМ И УВЕЛИЧЕНИЮ ОБЪЕМОВ ПОСТАВОК РОССИЙСКОГО ГАЗА НА КИТАЙСКИЙ РЫНОК. ОДНАКО ПЕРСПЕКТИВЫ ГАЗОПРОВОДА «СИЛА СИБИРИ-2» ПРОДОЛЖАЮТ ОСТАВАТЬСЯ ПОД ВОПРОСОМ ВВИДУ НАЛИЧИЯ КОНКУРЕНТНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ, НЕРЕШЕННЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

THE ARTICLE EXAMINES THE CURRENT STATE AND PROSPECTS OF COOPERATION BETWEEN RUSSIA AND CHINA IN THE GAS SECTOR WITHIN THE FRAMEWORK OF THE POWER OF SIBERIA PROJECT, TAKING INTO ACCOUNT CHINA'S ENERGY STRATEGY AND THE POTENTIAL OF RUSSIA'S EASTERN GAS CENTERS. THE ARTICLE ASSESSES THE PROSPECTS FOR IMPLEMENTING THE POWER OF SIBERIA PROJECT AND INCREASING THE CAPACITY OF THE PROJECT FOR GAS TRANSPORTATION TO CHINA IN THE CURRENT AND PROJECTED VOLUMES OF GAS CONSUMPTION IN CHINA. THE ARTICLE HIGHLIGHTS THE STAGES IN THE FORMATION OF THE PARTNERSHIP BETWEEN RUSSIA AND CHINA IN THE GAS SECTOR. AN ASSESSMENT IS MADE OF THE STATE OF ENERGY RESOURCES AND CAPACITIES OF RUSSIA'S EASTERN GAS CENTERS. AN ATTEMPT IS MADE TO ASSESS THE PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF RUSSIAN-CHINESE GAS COOPERATION WITHIN THE PROJECT AND ITS EXPANSION IN THE CONTEXT OF EXISTING INTERNATIONAL ECONOMIC AND POLITICAL REALITIES AND THE CURRENT STATE OF THE GLOBAL ENERGY MARKET. THE ANALYSIS SHOWS THAT THE GROWING DEMAND FOR NATURAL GAS IN CHINA, ASSOCIATED WITH INCREASING THE STATE'S ENERGY SECURITY, DEVELOPING THE PRODUCTION SECTOR, AND MAINTAINING THE GLOBAL GOAL OF GENERATING ENERGY WITH LOW CARBON EMISSIONS, WILL CONTRIBUTE TO THE DEVELOPMENT OF ENERGY COOPERATION BETWEEN RUSSIA AND CHINA AND AN INCREASE IN THE VOLUME OF RUSSIAN GAS SUPPLIES TO THE CHINESE MARKET. HOWEVER, THE PROSPECTS OF THE POWER OF SIBERIA-2 GAS PIPELINE REMAIN IN QUESTION DUE TO THE PRESENCE OF COMPETITIVE ALTERNATIVES AND UNRESOLVED TECHNICAL AND ECONOMIC PROBLEMS

Ключевые слова: Россия, Китай, сотрудничество, природный газ, газопровод «Сила Сибири», экспорт.

УДК 338.12.017

### Ларченко Любовь Васильевна

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», профессор, д.э.н.

### Габилова Мадина Серажутдиновна

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, аспирантка

Проект «Сила Сибири» является широкомасштабным в газовой промышленности проектом, его реализация выполняет энергетическую стратегию двух стран – Российской Федерации и Китайской Народной Республики, и играет существенную роль в стимулировании региональной экономики, повышении уровня газификации, решении проблем трудоустройства. Магистральный газопровод «Сила Сибири», по которому с 2019 года идут поставки природного газа в Китай, стал одним из драйверов развития экономики Восточной Сибири и Дальнего Востока и экспорта российского трубопроводного «голубого топлива» в целом. В рамках проекта, рассчитанного на тридцать лет, запланировано строительство и ввод магистральных газопроводов «Сила Сибири-2», «Сила Сибири-3».

Маршрут газопровода «Сила Сибири» проложен на территории Иркутской и Амурской областей, Еврейской автономной области, Республики Саха (Якутия) и Хабаровского края. Действие проекта «Сила Сибири» открывает новые перспективы для развития промышленности прежде всего в этих пяти субъектах Российской Федерации. Реализация проекта по экспорту природного газа в Китай и развитию газопроводной системы на востоке России позволяет осваивать запасы многокомпонентного газа уникальных Чайядинского и Ковыктинского месторождений, содержащих в том числе ценный на рынке сырья гелий, организовывать газоперерабатывающие и газохимические производства, выпускающие продукты высоких переделов с высокой добавленной стоимостью.

Согласно ключевым проектным показателям, экспортный потенциал газопровода «Сила Сибири» составляет 38 млрд м<sup>3</sup> природного газа в год, величина объема поставок ежегодно растет. По итогам 2023 года объем экспорта вырос до 22,7 млрд м<sup>3</sup>, а к маю 2024 года объем поставок российского газа в Китай превысил значение предыдущего года на 37,4%. Превышение контрактных обязательств также фиксируется в рамках суточных поставок газа в Китай.

Растущая динамика спроса и поставок природного газа в Китай, развитие и потенциал нефтегазового комплекса Восточной Сибири и Дальнего Востока России, с одной стороны, и существующая структура мирового топливно-энергетического баланса и сложившийся в условиях политико-экономических напряженностей рынок энергоресурсов, с другой стороны, являются маркерами формирования энергетического диалога между Россией и Китаем и определения перспектив энергетического сотрудничества между странами.

В связи с актуальностью вопроса энергетического сотрудничества России и Китая при указанных выше обстоятельствах авторы статьи ставят цель выполнить анализ современного состояния и перспектив сотрудничества России и Китая в газовой сфере в рамках реализации проекта «Сила Сибири» с учетом энергетической стратегии Китая и потенциала восточных газовых центров России. Для достижения поставленной цели в статье рассмотрены основные этапы и условия формирования сотрудничества России и Китая в газовой сфере, проанализированы современное состояние, направления развития и потенциал Восточных газовых центров России, оценены перспективы развития российско-китайского сотрудничества в рамках действия проекта «Сила Сибири» и его расширения.

### Материалы и методы исследования

Теоретической базой исследования являются труды отечественных и зарубежных ученых и специалистов, которые занимаются многоаспектным

изучением российско-китайского двустороннего торгового-экономического сотрудничества, в том числе и в сфере поставок природного газа. Различные вопросы развития российско-китайского газового сотрудничества рассматриваются в работах М. Амурской, О.В. Литвинова, А.Ю. Бояринова, А.В. Барабошина, А.И. Громова, которые публикуют результаты своих исследований не только в научных журналах, но и регулярно докладывают и обсуждают их на научных семинарах и конференциях, посвященных анализу данной проблемы [1–4]. В статье рассмотрены вопросы формирования газовой отрасли на Востоке России в рамках развития энергетического сотрудничества с Китаем на основе исследований Б. Санаева, Г. Лачкова, И. Тверского, Л.В. Ларченко [5–7].

Эмпирической и информационной базой послужили официальные статистические данные Государственного комитета по статистике, отчеты и прогнозы энергетических агентств, мировых и отечественных нефтегазовых компаний (ежегодные отчеты ПАО «Газпром», World Energy Outlook, Statistical Review of World Energy, CNPC World and China Energy Outlook), новостные сводки Bloomberg, ПАО «Газпром».

### Формирование сотрудничества России и Китая в газовой сфере

На протяжении нескольких десятилетий российские компании, как и конкуренты из других стран, стремятся к сотрудничеству с Китаем в нефтегазовой сфере. Энергетическое стратегическое взаимодействие Китая с Россией является привлекательным партнерством благодаря выгодному географическому положению России относительно территории Китая, развитой системе российских нефтегазовых компаний в промышленном производстве, проектировании и строительстве.

Энергетическое развитие является локомотивом не только в современной экономике России, но и занимает важное место в китайской экономике. Укрепление энергетического сотрудничества между КНР и РФ оказывает большое влияние

на энергетическую безопасность в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Китай является одним из крупнейших потребителей энергетических ресурсов в мире, а Россия – крупнейшим мировым экспортером. Это связано не только с объемом торговых отношений, но и с энергетической безопасностью обеих стран. Поэтому сотрудничество в сфере энергетики между Китаем и Россией является важной составной частью стратегического сотрудничества обеих сторон.

Согласно различным базам данных международной статистики, Россия является безусловным мировым лидером по запасам природного газа. По объему разведанных запасов природного газа Россия занимает первое место – 47,8 трлн м<sup>3</sup> (по данным 2023 года). При этом ресурс этого энергоносителя в России еще больше. Российская Федерация является примером государства, запасы природного газа которого, с одной стороны, позволяют полностью обеспечивать внутреннее потребление, с другой стороны – транспортировать природный газ в другие страны. Россия имеет современную развитую газотранспортную систему: общая проектная мощность магистральных газопроводов составляет 398,4 млрд м<sup>3</sup> в год, с учетом введенных санкций и диверсии на газопроводах «Северный поток-1», «Северный поток-2» фактическая проектная мощность – 255,5 млрд м<sup>3</sup> в год [3]. Находясь в условиях турбулентности внешней среды, российская газовая отрасль адаптируется к новым реалиям и перестраивает маршруты транспортировки газа в направлении азиатского энергетического рынка.

По данным International Energy Agency, содержащимся в «World Energy Outlook 2023», сборнике результатов анализа мировых спросов на энергию с учетом хрупких энергетических рынков и геополитических напряженностей, и представленным на графике динамики потребления газа в Китае (рис. 1), можно сделать вывод, что КНР может стать крупнейшим потребителем газа в мире и увеличить его использование в четыре раза (по отношению к 2012 году).

Опираясь на авторитетные источники мировой статистики и обзорную литературу по теме исследования, приведем следующие показатели. До наступления нового века объемы добычи газа в Китае были сопоставимы с его потреблением (рис. 2) [3]. Начиная с 2000 года добыча газа в Китае возросла в 5 раз, но темпы роста потребления газа увеличивались еще быстрее, с 2007 потребление стало превышать объемы добычи природного газа. Китай существенно опережает среднемировые показатели по ежегодному приросту потребления основных видов энергоресурсов и выбросов парниковых газов за последние 10 лет. Даже в условиях пандемии COVID-19 и вызванного ей глобального социально-экономического кризиса в Китае продолжился рост потребления всех видов энергоресурсов и выбросов углекислого газа, тогда как в мире наблюдалось значительное сокращение этих показателей в 2020 году. При этом одна из общих черт в стратегиях перехода на низкоуглеродные технологии у всех китайских нефтегазовых компаний заключается в том, что они уделяют все больше внимания природному газу [8].

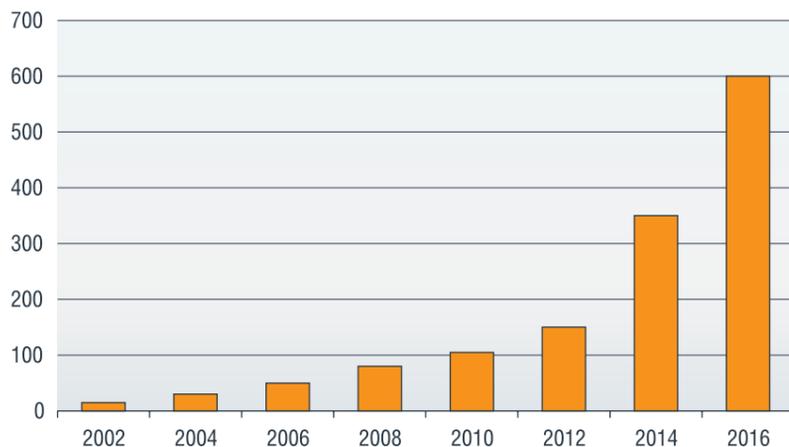
В 2020 году потребление природного газа в КНР составило 330,6 млрд м<sup>3</sup>, что на 7,2% превысило уровень предыдущего года, а за период с 2010 по 2020 год этот показатель увеличился в три раза [4]. Однако рост добычи газа в КНР не коррелировал с ростом его потребления, что увеличило импортозависимость

страны по природному газу с 15% (2010 год) до 42% (2020 год) [4, 9]. Высокие показатели потребления газа в Китае, нехватка «голубого топлива» и потребность ее компенсировать привели к необходимости задействовать все возможные внутренние и внешние источники природного газа, чтобы восполнить дефицит и обеспечить энергетический баланс. Таким внешним источником стал природный газ из России.

Первые предпосылки к сотрудничеству России и КНР в области поставок природного газа были заложены еще в 1990-х годах: по мере развития и изменений мирового энергетического рынка обе страны активно вели переговоры о сотрудничестве в нефтегазовой сфере и достигли значимых результатов в отношении стратегического партнерства [10].

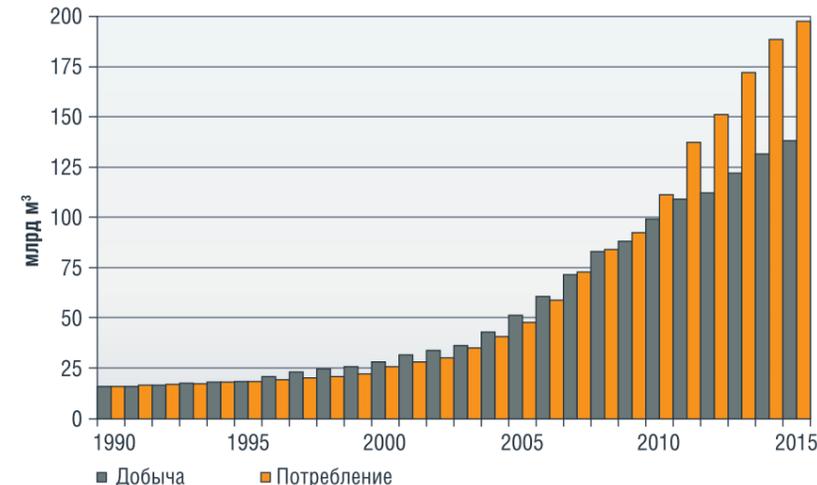
Развитие партнерских отношений по вопросу газовых поставок в Китай активизировались в 2004–2007 гг., в результате были выдвинуты предложения по строительству двух газопроводов в Китай. В ходе проведения переговоров и урегулирования разногласий странам удалось достичь соглашения в газовом вопросе. Ключевым стал 2014 год, который ознаменовался подписанием крупнейшего газового проекта «Сила Сибири», который заключается в поставке 38 миллиардов кубометров в год трубопроводного газа в течение 30 лет. Запуск газопровода «Сила Сибири» произошел 2 декабря 2019 года. Эта дата ознаменовывает первые в истории

РИСУНОК 1. Рост потребления газа в КНР, по данным International Energy Agency



Источник: составлено на основе данных World Energy Outlook 2023. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>

РИСУНОК 2. Добыча и потребление газа в КНР с 1990 по 2015 гг. (по данным BP)



Источник: Statistical Review of World Energy 2021. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>

поставки российского природного газа в Китай по магистральному трубопроводу.

Реализация проекта «Сила Сибири» вписана в энергетическую стратегию двух стран – России и Китая, и играет важную роль по стимулированию местной экономики и повышению уровня газификации, решению проблем трудоустройства. Природный газ поставляется в Китай по магистральному газопроводу «Сила Сибири-1». Стоит отметить, что мощность газопровода «Сила Сибири» увеличилась в конце 2022 года в связи с началом транспорта газа с Ковыктинского месторождения, входящего в Иркутский центр газодобычи. В рамках проекта, рассчитанного на 30 лет, запланировано строительство и ввод магистральных газопроводов «Сила Сибири-2», «Сила Сибири-3».

В 2013 году компания «НОВАТЭК», крупнейший российский независимый производитель газа, и Китайская национальная нефтегазовая корпорация (CNPC) подписали контракт на поставку 3 миллионов тонн СПГ ежегодно в течение 20 лет. Данный контракт дал начало развитию проекта «Ямал СПГ», в рамках которого запланировано создание совместного предприятия – завода СПГ. Китай получает трубопроводный газ из России, Казахстана, Туркмении, Узбекистана и Мьянмы. Россия занимает второе место по объему поставок трубопроводного газа в КНР, лидером остается Туркмения.

Исходя из отчетных материалов, по итогам 2023 года наблюдается рост поставок в Китай по «Силе Сибири» до 22,7 млрд м<sup>3</sup>. За тот же год поставки СПГ из России в КНР выросли на 23%, до 8 млн тонн, однако за первое полугодие 2024 года объемы поставок СПГ снизились на 9,24%. Проект «Сила Сибири» по объемам поставки не может конкурировать с трубным газом из Центральной Азии, однако может вступить в борьбу за потребителя с поставщиками СПГ в Китае [3, 4, 11].

Далее рассмотрим потенциал восточных газовых центров России для оценки возможности увеличения объемов поставок природного газа в КНР.

### Восточные газовые центры России и их потенциал

Формированию новых центров газовой промышленности и расширения ЕСГ способствовали значительные запасы газа в Иркутской области, Республике Саха (Якутия), Красноярском крае, на Сахалине, потребности в природном газе в восточной части России и перспективы экспорта газа в страны АТР.

На Востоке России активно формируются новые центры газодобычи и единая система транспортировки газа. В программе выделены следующие восточные центры газодобычи:

- Иркутский – на базе месторождений области (Ковыктинского месторождения) для удовлетворения существующей потребности в газе потребителей индустриального пояса Иркутской области, Забайкальского края и Республики Бурятия и при необходимости – для поставок газа в ЕСГ;
- Якутский – на базе Чаюдинского месторождения для газификации южных районов Республики Саха (Якутия), Амурской области, а также для организации экспортных поставок трубопроводного газа в страны АТР;
- Красноярский – на базе месторождений Красноярского края для удовлетворения существующей потребности в газе потребителей Красноярского края и при необходимости – для поставок газа в ЕСГ;
- Сахалинский – на базе месторождений шельфовой зоны острова Сахалин для газоснабжения потребителей Сахалинской области, Хабаровского и Приморского краев, Еврейской автономной области и экспортных поставок трубопроводного и СПГ в страны АТР.

Основные технологические мощности газовых центров на Востоке России представлены в таблице 1.

Рассматривая перспективы и потенциал поставок природного газа в Китай, оценим запасы месторождений, которые являются источниками сырья для «Силы Сибири». Запасы Чаюдинского нефтегазоконденсатного месторождения, расположенного в Республике Саха (Якутия), оцениваются в 1,04 трлн м<sup>3</sup>. Планируемый уровень добычи на месторождении – 25 млрд м<sup>3</sup> газа в год. С 2019 года на Чаюдинском месторождении добыто 35 млрд м<sup>3</sup> газа и к 2051 году добыча увеличится до 721,2 млрд м<sup>3</sup>. Кроме того, для проекта «Сила Сибири» в декабре 2022 года было запущено Ковыктинское месторождение, расположенное в Иркутской области. Его запасы составляют 1,65 трлн м<sup>3</sup>. К 2051 году на Ковыктинском месторождении планируется добыть суммарно 665,1 млрд м<sup>3</sup> газа [7].

ТАБЛИЦА 1. Основные технологические мощности газовых центров восточных регионов России

Центр добычи	Месторождение				Завод		Магистральный газопровод			
	Извлекаемые запасы, млрд м <sup>3</sup>	Годовая добыча, млрд м <sup>3</sup>	Проектная мощность, млрд м <sup>3</sup> /год	Проектная мощность, млн м <sup>3</sup> /год	Годовое производство	Протяженность трассы, км	Диаметр, мм	Рабочее давление, МПа	Проектная мощность, млрд м <sup>3</sup> /год	
Иркутский	Ковыктинское ГКМ				-	МГ Ковыкта – Чаюнда (второй этап МГ «Сила Сибири-1»)				
	1800	30	27			800	1420	9,8	30	
Якутский	Чаюндинское НГКМ				Амурский ГПЗ		МГ Чаюнда – граница с КНР (первый этап МГ «Сила Сибири-1»)			
	1200	25	25	42	1. гелий – 60 млн м <sup>3</sup> ; 2. этан – 2,5 млн т; 3. пропан – 1 млн т; 4. бутан – 500 тыс. т; 5. пентан-гексановая фракция – 200 тыс. т	2200	1420	9,8	38	
Сахалинский («Сахалин 2»)	Пильтун-Астохское и Лунское НГКМ				По производству СПГ		Транссахалинский МГ			
	500	17		9,6	9,6 млн м <sup>3</sup>	637	1220	9,8	18,6	
Сахалинский («Сахалин 3»)	Кириновское ГКМ				-	МГ Сахалин – Хабаровск – Владивосток				
	162,5	1,2	5,5							
	Южно-Кириновское ГКМ									
	814,5	-	21			1837	1220	9,8	5,5	

Источник: разработано на основе данных ПАО «Газпром» и Министерства энергетики России

Не исключено, что со временем к газопроводу будут подключены и месторождения других недропользователей, однако, по оценке ИНГГ СО РАН, до 2050 года газопровод надежно обеспечен собственной сырьевой базой ПАО «Газпром».

Последние десятилетия характеризуются нестабильной внутренней и внешней экономико-политической ситуацией, под влиянием которой находится реализация Восточной газовой программы. Прекращение экспортных поставок европейским потребителям, ставшее следствием военно-политических событий последних лет, послужило основанием для переформирования маршрутов газа в восточном направлении: организации экспортных потоков газа в Китай с одновременным наращиванием внутреннего потребления природного газа, в том числе за счет газификации восточных регионов страны [12]. В целом в рамках реализации Восточной

программы «Газпром» выделяет следующие стратегические задачи и интересы: устойчивый рост добычи газа, наращивание поставок на внутренний рынок и за рубеж, повышение их надежности и эффективности за счет современных высокотехнологичных газопроводов.

### Перспективы газового сотрудничества

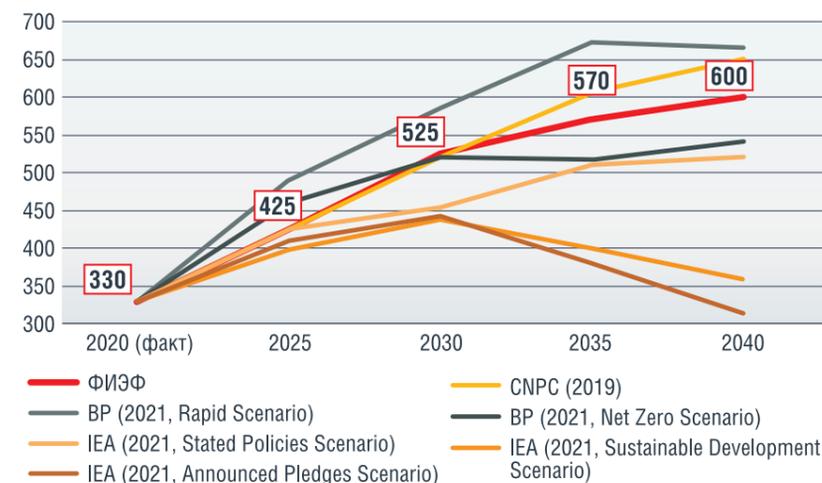
Китайско-российская торговля природным газом относится к политически ориентированному стратегическому партнерству и является главной частью торговли между двумя странами. С точки зрения текущих интересов и перспективных задач обеих стран реализация проекта «Сила Сибири» и его следующих этапов обеспечит не только энергетическую и экономическую выгоду, но и социальные блага [13–15].

Анализ развития систем транспорта газа и газовых проектов приводит к выводу, что диверсификация

поставок российского газа началась еще задолго до 2022 года. Широкомасштабный в газовой промышленности проект «Сила Сибири», реализуемый Россией и Китаем, является тем самым перенаправлением колоссальных объемов потоков природного газа на Восток, который сформировал не только устойчивый рынок углеводородов, но и перспективные стратегические отношения между двумя ведущими державами.

Газопровод «Сила Сибири» позволяет создать гибкую систему экспорта российского природного газа на Востоке, а поставщик природного газа ПАО «Газпром» неплохо вписывается в экологически ориентированную энергостратегию Китая по снижению углеродного следа и в долгосрочной перспективе может увеличить объем поставок природного газа на рынки стран Азиатско-Тихоокеанского региона до 100 млрд м<sup>3</sup> в год и более. Прогнозы относительно роста потребления газа в Китае

РИСУНОК 3. Прогноз потребления газа в КНР, по оценкам Института экономики и финансов, BP World Energy Outlook 2021, WEO 2021 (IEA), CNPC World and China Energy Outlook 2019



Источник: [4]

ТАБЛИЦА 2. Цены на российский газ для Китая, Европы и Турции

	Год				
	2023	2024	2025	2026	2027
Цена для КНР, \$/1000 м <sup>3</sup>	286,9	257	243,7	233	227,8
Цена для Европы и Турции, \$/1000 м <sup>3</sup>	461,3	320,3	320,1	320	315,4

Источник: составлено на основе данных информационного агентства Bloomberg. URL: <https://www.bloomberg.com/europe>

позволяют утверждать, что Китай в обозримом будущем продолжит занимать лидирующие позиции в потребности данного вида топлива (рис. 3).

По оценкам статистических источников, к середине века потребление газа в КНР удвоится. Если растущий спрос на газ в Китае будет обеспечиваться

трубопроводными поставками российского газа, то объем экспорта газа в КНР может выйти на уровень экспорта, направлявшегося ранее в страны Евросоюза и составившего в 2021 году 130 млрд м<sup>3</sup>.

Основной, самый перспективный проект газопровода, который обсуждается Россией и Китаем – «Сила Сибири-2» с объемом поставки 50 млрд м<sup>3</sup> газа в год, что составляет одну треть от общего объема экспорта России. Маршрут и технические характеристики проекта согласованы, но существуют факторы и вопросы, которые не позволяют достичь единого соглашения и ставят «на паузу» подписание контракта. Основные открытые вопросы – это объем поставок и цена на газ, которая не устраивает Китайскую сторону, желающую покупать российский газ по его стоимости на внутреннем рынке. При этом стоит отметить, что Китай получает значительные скидки на импорт российского газа в сравнении со стоимостью газа для Европейского потребителя (табл. 2).

Еще одним из сдерживающих факторов при строительстве газопровода «Сила Сибири-2» является высокая стоимость транспортировки газа по территории КНР. По плану маршрут газопровода протяженностью 2600 км начинается на Ямальском месторождении и проложен в Китай через территорию Монголии (рис. 4).

РИСУНОК 4. Маршрут газопровода «Сила Сибири-2»



Источник: Меганпроект «Восточная газовая программа». URL: <https://www.gazprom.ru/projects/east-program/>

Главный конкурент «Силы Сибири-2» – это четвертая ветка газопровода из Туркмении «Центральная Азия – Китай» (ЦАК). У китайских компаний в Туркмении есть большие экономические интересы, к тому же Китай крупный кредитор Ашхабада.

Кроме этого, учитывая, что основной рост спроса на газ также сконцентрирован в приморских районах, более перспективным направлением увеличения поставок российского газа в КНР является СПГ.

До 2030 года спрос на газ в стране может увеличиться до 500 млрд м<sup>3</sup>, удовлетворяться он будет за счет наращивания собственной добычи, новых объемов импортного СПГ и трубопроводного газа

Китай стремится к диверсификации источников природного газа на фоне ожидаемого долгосрочного роста спроса. В связи с этим с высокой вероятностью реализованы будут оба проекта: на горизонте до 2030 года спрос на «голубое топливо» в стране может увеличиться до уровня порядка 500 млрд м<sup>3</sup> и удовлетворяться он будет как за счет наращивания собственной добычи, так и за счет новых объемов импортного СПГ и трубопроводного газа.

Таким образом, предпринимая попытку провести оценку перспективы участия России на китайском газовом рынке, можно сделать вывод, что значительная российская ресурсная база продолжит оставаться одним из важных источников природного газа энергетики КНР, которая находится в состоянии трансформации. Обозначая конкретные цифры возможного увеличения поставок природного газа в Китай, отметим, что прогнозные значения достигают показателя 100 млрд м<sup>3</sup>/год. Текущие поставки российского природного газа в Китай являются высокостребованными и конкурентоспособными, что подтверждают рекордные поставки сверх суточных контрактных количеств в 2023 году.

## Заключение

Подводя итог вышеизложенному, необходимо отметить, что энергетика является одной из приоритетных сфер сотрудничества России и Китая.

Растущий спрос на природный газ в КНР связан прежде всего с повышением энергетической безопасности государства, развитием производственной сферы, поддержанием глобальной цели по генерации энергии с низким уровнем выбросов углерода. Россия, для которой остро встал

вопрос замещения европейских экспортных маршрутов, концентрирует внимание на «восточном векторе» развития газовой индустрии. Реализация Восточной газовой программы, в рамках которой активно развиваются газовые центры на Востоке, позволяет формировать мощную газотранспортную систему как для обеспечения внутреннего потребителя на территории Сибирского и Дальневосточного федеральных округов, так и диверсификации рынка сбыта природного газа в Китай по Дальневосточному, Восточному и Западному экспортным маршрутам. За последние два десятилетия Китай увеличил число источников энергоресурсов, однако действующий проект «Сила Сибири» и амбициозный проект по сооружению газопровода из России в Китай «Сила Сибири-2» являются надежной ресурсной базой для обеспечения газом китайского потребителя. ●

## Литература

- Амурская М. Особенности развития низкоуглеродной экономики в Китае на современном этапе // Региональная экономика: теория и практика. 2024. № 8. Т. 22. С. 1564–1579. DOI: 10.24891/re.22.8.1564.
- Литвинова О.В., Бояринов А.Ю. Переориентация транспортных потоков природного газа России // Система управления экологической безопасностью: сборник трудов XVII международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 19–20 мая 2023 г.). Екатеринбург: УрФУ. 2023. 369 с.

- Барабошкина А.В. Динамика и структура потребления природного газа в Китае // Вестник Московского университета. Серия 13. Востоковедение. 2017. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-i-struktura-potrebleniya-prirodnogo-gaza-v-kitae>.
- Громов А.И. Перспективы газовой отрасли Китая: сохранится ли «окно» возможностей для Российского сырья? // Энергетическая политика. 2022. № 1 (167). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-gazovoy-otrasli-kitaya-sohranitsya-li-okno-vozmozhnostey-dlya-rossiyskogo-syrya>.
- Санаев Б., Лачков Г. Особенности и проблемы пространственного развития восточной газотранспортной системы России // Энергетическая политика. 2024. № 6. URL: <https://energypolicy.ru/osobennosti-i-problemy-prostranstvennogo-razvitiya-vostochnoj-gazotransportnoj-sistemy-rossii/gaz/2024/15/16/>.
- Тверской И. Пути совершенствования системы управления развитием газоснабжающей отрасли России // Энергетическая политика. 2024. № 5. URL: <https://energypolicy.ru/puti-sovershenstvovaniya-sistemy-upravleniya-razvitiem-gazosnabzhayushhej-otrasli-rossii/gaz/2024/09/06/>.
- Ларченко Л.В., Воробьева Л.Г. Нефтегазовый сектор России: сценарий развития // Инновации. 2020. № 7. С. 15–21. DOI: 10.26310/2071-3010.2020.261.7.003.
- He L. Green credit, renewable energy investment and green economy development: Empirical analysis based on 150 listed companies of China / L. He, L. Zhang, Z. Zhong, D. Wang, F. Wang // Journal of Cleaner Production. 2019. Т. 208. С. 363–372.
- Лазник А.А., Жарков Р.Д., Родыгина Н.Ю., Мусихин В.И. Актуальные тенденции развития мирового рынка природного газа // Российский внешнеэкономический вестник. 2021. № 7. С. 87–97.
- Юшков И.В., Перов А.В. Энергетическая политика Китая и перспективы экспорта российского природного газа // Геоэкономика энергетики. 2020. № 11 (3). С. 6–29.
- Вишняков В.И. Мировой рынок сжиженного природного газа: конъюнктура и современные тенденции развития // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 5 (119). С. 142–150. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mirovoy-rynok-szhizhennogo-prirodnogo-gaza-konyunktura-i-sovremennye-tendentsii-razvitiya>.
- Larchenko, L.V. Russia's Oil and Gas Complex: Uncertainty in Development and a Changing Role in the Country's Economy / L.V. Larchenko // Advances in Economics, Business and Management Research: proceedings of the International Scientific Conference "Far East Con" (ISCFEC 2018), 2018, vol. 47, pp. 1214–1218. URL: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/iscfec-18>.
- Дорожкина Т.В., Щербакова Е.С., Дзирун И.А., Розенгаузов Л.Р. В треугольнике двустороннего сотрудничества: Россия, Индия, Китай // Естественно-гуманитарные исследования. 2024. № 1 (51).
- Ларченко Л.В., Яковлева Т.В. Нефтегазовый комплекс России в новых условиях: геополитическая ситуация, диверсификация, формирование новых рынков сбыта // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2023. № 1 (133). С. 88-1. <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=50336126>.
- Тверской И. Третий этап газовой реформы // Энергетическая политика. 2024. № 8. URL: <https://energypolicy.ru/tretij-etap-gazovoj-reformy/gaz/2024/13/05/>.

KEYWORDS: Russia, China, cooperation, natural gas, Power of Siberia gas pipeline, export.

# Подписка на Деловой журнал Neftegaz.RU

Вы можете искать статьи и материалы по определенным темам и рубрикам, читать экспертные мнения, обсуждать и добавлять в закладки интересное, формируя личную библиотеку интересов

## Стоимость подписки

	1 номер	Год
Количество номеров	1	12
Электронная версия	5000 ₽	50 000 ₽
Печатная версия	5000 ₽	50 000 ₽



## Подписаться на журнал можно:

Отдел подписки  
журнала Neftegaz.RU

+7 (495) 778-41-01  
subs@neftegaz.ru

Быстрая подписка на издание и его форматы через личный кабинет (печатная версия | электронная версия [PDF] | онлайн-версия)

Подписной индекс  
Урал Пресс 013265

Для корпоративных клиентов — индивидуальные условия!

МЫ ДЕЛАЕМ ВСЁ ДЛЯ УДОБСТВА НАШЕЙ АУДИТОРИИ!

# МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ РАЗРАБОТКИ И ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ в нефтегазовом комплексе России

В СТАТЬЕ РАССМАТРИВАЮТСЯ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ. ОТМЕЧЕНА РОЛЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ СРЕДЫ, ВКЛЮЧАЮЩАЯ РАЗРАБОТКУ АСИ И РФПИ ПРИОРИТЕТНЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ. ОНИ СОЧЕТАЮТ РАЗРАБОТКУ ИНВЕСТИЦИОННЫХ «ДОРОЖНЫХ КАРТ» РЕГИОНОВ, ПРИНЯТИЕ МЕР ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПО СОЗДАНИЮ БЛАГОПРИЯТНОЙ ИНВЕСТИЦИОННОЙ СРЕДЫ, РАЗВИТИЮ ВНУТРЕННЕГО ФОНДОВОГО РЫНКА, СОДЕЙСТВИЕ КОМПЛЕКСНОМУ ВНЕДРЕНИЮ НОВЕЙШИХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, В Т.Ч. ПРИ ОЦЕНКЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОЕКТОВ. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЙСТВУЮТ НА МЕХАНИЗМ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА, ПРОВОДИМУЮ ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ПОЛИТИКУ ПО ПРИВЛЕЧЕНИЮ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЙ В РОССИЙСКИЙ ТЭК. ПРИ ПРИНЯТИИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ УЧИТЫВАЮТСЯ ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ВНЕДРЕНИЯ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПОЗИЦИИ НАУЧНОГО И ЭКСПЕРТНОГО СООБЩЕСТВА, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ДОСТИЖЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА И ОПЕРЕЖАЮЩЕГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ. НЕФТЕГАЗОВЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ЗАИНТЕРЕСОВАНЫ В ПОВЫШЕНИИ УРОВНЯ КАПИТАЛИЗАЦИИ, ПРИОБРЕТЕНИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБНОВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФОНДОВ, В ОТДЕЛЬНЫХ СЛУЧАЯХ – СОЗДАНИИ ХОЛДИНГОВЫХ СТРУКТУР, ВНУТРЕННИХ РЕЗЕРВНЫХ ФОНДОВ, КОРПОРАТИВНЫХ БАНКОВ ИЛИ ИНЫХ ФИНАНСОВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ. ПОТРЕБНОСТЬ НГК В ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЯХ НАХОДИТ ОТРАЖЕНИЕ В СТРУКТУРЕ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА, ПРЕДУСМАТРИВАЕТ ПРИНЯТИЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИ ВЫВЕРЕННЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ И ИНСТРУМЕНТАРИЯ РЕГУЛИРУЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

*IN ARTICLE ARE DISCUSSED THE DEVELOPMENT OF INVESTMENT POLICY IN THE OIL AND GAS COMPLEX OF RUSSIA AT THE CURRENT STAGE OF ECONOMIC AND TECHNOLOGICAL CHANGES. THE ROLE OF IMPROVING THE INSTITUTIONAL ENVIRONMENT ARE NOTED, INCLUDING THE DEVELOPMENT OF PRIORITY INVESTMENT AREAS BY THE AGENCY FOR STRATEGIC INITIATIVES (ASI) AND THE RUSSIAN DIRECT INVESTMENT FUND (RDIF). THEY COMBINE THE DEVELOPMENT OF INVESTMENT «ROAD MAPS» OF THE REGIONS, THE ADOPTION OF STATE REGULATORY MEASURES TO CREATE A FAVORABLE INVESTMENT ENVIRONMENT, DEVELOP THE DOMESTIC STOCK MARKET AND IMPROVE THE INVESTMENT CLIMATE, PROMOTE THE INTEGRATED IMPLEMENTATION OF THE LATEST DIGITAL TECHNOLOGIES, INCLUDING WHEN ASSESSING THE INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF OIL AND GAS PROJECTS. DIGITAL TECHNOLOGIES AFFECT THE MECHANISM OF STATE REGULATION OF THE OIL AND GAS COMPLEX, THE ONGOING ECONOMIC POLICY TO ATTRACT INVESTMENT IN THE RUSSIAN FUEL AND ENERGY COMPLEX. WHEN MAKING STRATEGIC INVESTMENT DECISIONS, ARE TAKEN INTO ACCOUNT THE POSSIBILITIES OF INTEGRATED IMPLEMENTATION OF ADVANCED TECHNOLOGIES, THE POSITIONS OF THE SCIENTIFIC AND EXPERT SOCIETY AIMED AT ACHIEVING TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY AND ADVANCED ECONOMIC DEVELOPMENT. OIL AND GAS ENTERPRISES ARE INTERESTED IN INCREASING THE LEVEL OF CAPITALIZATION, ACQUISITION AND TECHNOLOGICAL RENEWAL OF PRODUCTION FUNDS, IN CERTAIN CASES – THE CREATION OF HOLDING STRUCTURES, INTERNAL RESERVE FUNDS, CORPORATE BANKS OR OTHER FINANCIAL ORGANIZATIONS. THE NEED OF THE OIL AND GAS COMPLEX FOR ADDITIONAL CAPITAL INVESTMENTS IS REFLECTED IN THE STRUCTURE OF THE FUEL AND ENERGY BALANCE, PROVIDES FOR THE ADOPTION OF METHODOLOGICALLY VERIFIED MANAGEMENT DECISIONS AND REGULATORY IMPACT TOOLS*

Ключевые слова: государственное регулирование, нефтегазовый комплекс, инвестиционная политика, методологический инструментарий, инвестиционный климат, инвестиционный потенциал, бюджетное финансирование, нефтегазовые доходы.

**Трофимов  
Сергей Евгеньевич**  
профессор Академии  
военных наук,  
к.э.н.

Инвестиционная политика в России должна содействовать развитию внутренних производств, обеспечению прав и гарантий собственности. Устранение значительного количества негативных проявлений возможно при эффективном прогнозировании, осуществлении деятельности в рамках правового поля национального законодательства и норм международного права,

предоставлении достоверной информации регулирующим и контрольным органам государственной власти о ходе реализации нефтегазовых проектов. Для предприятий важны профессионализм управленческого и исполнительского состава, возможность практического внедрения разработанного инструментария, требующего для большинства проектов применения

системно-функционального подхода, результативное и оперативное реагирование на возникающие изменения как социальной направленности, так и форс-мажорного характера, вызванные технологическими, экологическими, природно-климатическими или иными факторами, выполнение взятых обязательств в установленные сроки, способность обходить административные барьеры, наращивать уникальные компетенции. Объективные финансовые и технологические данные о состоянии проекта, эффективное распоряжение инвестиционными потоками, их прозрачность и подотчетность необходимы для осуществления дальнейших капиталовложений. Нефтегазовые компании также стремятся повысить устойчивость финансового состояния и, вследствие этого, уровень капитализации, необходимые в условиях изменчивости цен на нефть и нестабильности фондовых рынков.

Результативность менеджмента компании определяется рядом показателей, в т.ч. доходностью на вложенный капитал, созданием торгового бренда, обеспечивающего рост его стоимости, проведением эффективной антициклической политики и оперативным реагированием на одностороннее изменение условий заключенных соглашений со стороны других участников, ограничивающих воздействие внешних факторов на внутренние процессы; также в режиме реального времени осуществляется мониторинг технологического состояния на предприятиях. Системно-функциональный подход позволяет увязать воедино разрозненные аспекты, в т.ч. управленческие и производственные составляющие. Цифровые технологии способны обеспечить прозрачность данных о текущем состоянии проекта и перспективах его развития.

В управленческой иерархии предприятий существуют различные уровни разрешения долгосрочных

и оперативных вопросов, что в свою очередь способствует развитию институциональной платформы в НГК. Инвестиции также предполагают баланс производства и потребления углеводородов; это позволяет вносить корректировки в стратегические планы реализации проектов, совершенствовать их инфраструктуру. Функциональные обязанности предусматривают полноту ответственности по конкретным сферам деятельности, впоследствии соединенных в единую систему; то же характерно в отношении нескольких собственников в рамках общего проекта. Реализация проектов призвана содействовать росту капитализации нефтегазовых компаний, осуществлению новых направлений с более высокой нормой доходности, повышению устойчивости взаимодействий между различными субъектами на внутреннем энергетическом рынке, заключению долгосрочных контрактов, развитию сервисного сегмента, что, в конечном итоге, находит отражение в структуре национального ТЭБ [16].

## Методология реализации государственной инвестиционной политики в НГК

Нефтегазовые проекты призваны максимизировать социально-экономический эффект в регионах присутствия. Внедрение новейших технологических решений позволяет выделить наиболее инвестиционно привлекательные, исключить убыточные, не имеющие социальной ориентированности направления;

непрофильные проекты могут выделяться для сторонних организаций. Уменьшение расходов возможно благодаря оптимизации кадрового состава, транспортировки углеводородов, транспортно-логистических цепочек и других статей затрат. Инвестиции непосредственно связаны со сроками реализации проекта, обеспечением его бесперебойного функционирования, применением технологических решений в части моделирования и прогнозирования потоков капиталовложений. Оперативное воздействие служит неотъемлемой составляющей достижения долгосрочных целей и передовых мировых показателей, способствует выделению ключевых направлений развития проектов, критериев их результативности. Инвестиционная политика является составным элементом механизма ГР НГК, позволяет распределить функциональные обязанности и ответственность между исполнителями.

Внедрение цифровых технологий, позволяющих свести воедино разрозненные данные, предполагает возможность реализации принципиально иных управленческих решений с учетом накопленного опыта, содействует масштабированию производственных процессов. Менеджмент нефтегазовых компаний исходит из поставленных на внутренний баланс запасов МСБ, объективной возможности их разработки, имеющихся в распоряжении различных видов ресурсов, социально-

УДК 338.45:622.3(470)

экономических обязательств, особенностей регионов осуществления деятельности. Различные предприятия используют собственные методики расчета требуемых капиталовложений под конкретный проект, позволяющие определить целесообразность и преимущества от вхождения в него; при этом специфика форм и инструментов ГР может различаться для каждого из проектов или по сегментам НГК.

Системно-функциональный подход предполагает возможность маневрирования при осуществлении регулирующего воздействия. Аналогично рассчитываются показатели эффективности и применимости определенных форм и инструментов ГР в целом и в рамках определенных проектов. Изменчивость нефтяных котировок не должна являться показателем снижения результативности оперативного управления предприятиями. Крупнейшие нефтегазовые компании обычно занимаются реализацией нескольких стратегических проектов, различающихся нормой доходности и условиями осуществления, каждый из которых требует значительных капиталовложений. Предпочтения в их выборе основываются на экономической эффективности, применении внутренних критериев и разработанного методологического инструментария. В исходные модели также закладывается возможность значительного увеличения сроков реализации проекта и первоначально запланированного объема требуемых инвестиций. Для предприятий необходимо верно определить точку вхождения в проект на определенных условиях, учитывать возможность их дальнейшего изменения. Капитализация предприятий может определяться не только имеющимися в распоряжении запасами МСБ, активами и административным ресурсом, но и возможностью реализации таких проектов в установленные сроки. Для этого необходимы стабильное финансирование, условия осуществления проектов, разработанные критерии эффективности, в т.ч. первоочередные приоритеты капиталовложений, позволяющие удовлетворить требуемую норму доходности, достигнуть иные целевые ориентиры.

Немаловажным аспектом является установление устойчивых долгосрочных взаимодействий с финансовыми организациями, т.к. объемы финансирования проектов зачастую имеют верхний допустимый предел. Тактические задачи предприятий могут варьироваться на различных этапах развития проекта, что необходимо для реализации внутренних приоритетов, отражается на показателях экономической эффективности, в т.ч. объемах

### Объем привлекаемых в НГК капиталовложений зависит от инвестиционного климата, эффективности функционирования институтов, прав и гарантий собственности, обеспечения безопасности на предприятиях, развития межгосударственных взаимодействий, необходимых для решения внутренних энергетических вопросов

производства, сроках исполнения, сравнении полученных результатов с изначально запланированными. Реализация нефтегазовых проектов связана с организационной структурой предприятий, задействованием ими цифрового и технологического потенциала. Альтернативные сценарии, модели развития и методологические инструменты способны принести различные ожидаемые показатели. Объем предполагаемого финансирования также зависит от эффективности прошлых инвестиций. Цифровые технологии позволяют вычислить их оптимальный объем, выделить направления сокращения издержек, систематизировать разрозненные элементы; возможны различные вариации использования математического инструментария при осуществлении капиталовложений.

Проведение детализированного анализа позволяет добиваться наилучших мировых показателей по ключевым показателям эффективности нефтегазовых производств, в т.ч. в части минимизации затрат, реализации различных внутренних приоритетов, увеличения объемов извлекаемого сырья на долгосрочную перспективу при действующих технологиях. Стратегические цели предприятий и их управленческих органов могут значительно различаться

между собой; эффективность деятельности оценивается по ряду критериев, в т.ч. в отношении долгосрочного наращивания преимуществ, совершенствования профессиональных компетенций менеджмента, соответствия заявленным требованиям в части увеличения объема мощностей, производимой продукции и размера капитала. Кроме того, существуют различные стратегии качественного и количественного роста предприятий.

Масштаб капиталовложений в конкретный нефтегазовый проект определяется множеством различных факторов. Предприятия могут одновременно осуществлять альтернативные проекты, стремиться минимизировать затраты на них. В ходе их реализации могут возникнуть новые перспективные направления, позволяющие укрепить стратегические преимущества; соответственно, эффективность функционирования предприятий оценивается по итоговым показателям различных проектов и векторов деятельности. Это невозможно без применения современных финансовых технологий, уникального управленческого инструментария, расчета оптимального уровня расходов для каждого конкретного этапа развития проекта, использования как существующих инвестиционных подходов и методов, так и принципиально новых. Предприятия разрабатывают собственные критерии результативности, опираются на существующую институциональную платформу, участвуют в практической реализации разработанных под конкретные проекты предложений. Следует учитывать возможные временные разрывы в финансировании, усложнение внутренних процессов при одновременной реализации нескольких проектов, что может

подразумевать корректировку направлений инвестиционных потоков.

Объем привлекаемых в НГК капиталовложений зависит от инвестиционного климата, эффективности функционирования институтов, прав и гарантий собственности, обеспечения безопасности на предприятиях, развития межгосударственных взаимодействий, необходимых для решения внутренних энергетических вопросов. Для предприятий важны возможность донесения собственных предложений до органов государственной власти, устойчивость проводимой бюджетно-налоговой политики, экономических и административных методов регулирующего воздействия. Ключевые инвестиционные положения находят отражение в стратегических и программно-целевых документах развития НГК; для отдельных проектов возможны индивидуальные условия и меры ГР. Осуществление инвестиций в НГК предполагает прогнозирование дальнейших форм и инструментов ГР при различных сценариях, в т.ч. в рамках экологического направления [1].

Цели и задачи нефтегазовых компаний исходят непосредственно из экономической и политической ситуации, соблюдения экологических стандартов, исполнения требований к производству и выпускаемой продукции. Институциональная основа предполагает эффективность юридических институтов, судебной системы, гарантии устойчивости инвестиций, точечное использование результативных форм и инструментов ГР НГК, нацеленных на улучшение качества функционирования предприятий, повышение прозрачности их деятельности. Значимыми аспектами служат проведение прогнозируемой денежно-кредитной политики, обеспечивающей стабильные условия функционирования для промышленных производств, содействующей импортоперезарядке в НГК, эффективная политика предоставления межбюджетных трансфертов, доступа к средствам Фонда национального благосостояния (ФНБ) для реализации стратегически

значимых проектов. Повышение финансовой устойчивости предприятий свидетельствует об уменьшении значимости цикличности и негативных проявлений конъюнктуры в мировой и национальной экономике, изменении структуры потребительского спроса, развитии ВИЭ, прочих нефтегазовых производств, принятии необходимых технологических решений. Также учитываются покупательная способность денежной единицы, в которой осуществляются расчеты по заключенным контрактам, условия финансирования нефтегазовых проектов, их возможные изменения, проведение мониторинга качества строительства и контроля производимой продукции.

Следует учитывать возможность одностороннего изменения условий контрактов со стороны партнеров, их исполнения в неполном объеме в установленные сроки, значительного увеличения связанных расходов по прочим направлениям деятельности. Для предприятий также важны достоверность прогнозов, прагматичное использование ресурсов, совместное решение возникающих вопросов между несколькими сторонами проекта, взаимодействия с различными институтами, населением в регионах присутствия. Ключевым критерием является улучшение отраслевых показателей функционирования, в частности продуктивность извлечения углеводородов, сокращение издержек в различных сегментах НГК, использование энергоэффективных технологий, задействование цифровой платформы, обеспечение технологической и экологической безопасности на производствах [14].

При реализации нефтегазовых проектов могут привлекаться консалтинговые компании, экспертное сообщество для разработки и практического осуществления предложений [19–26]. Примером взаимодействия с институтами и органами государственной власти на различных уровнях выступает АСИ, которое занимается снятием административных барьеров, расширением существующих практик, содействует внедрению наиболее результативных форм и инструментов ГР НГК, в т.ч. в части вопросов недропользования,

предсказуемости бюджетно-налоговой политики, привлечения инвестиций для развития производств, обеспечения экологических стандартов, исполнения социальных обязательств, трудового законодательства, обучения местного населения, переезда более квалифицированных сотрудников и др. ГР должно соответствовать ситуации, месту и времени, подразумевает определенные этапы в своем проведении. Кроме того, важны прозрачность законодательства в НГК, одностороннее толкование НПА, равные правовые условия и возможности для различных компаний. Экологическое право сопряжено с природоохранным законодательством, необходимостью сохранения окружающей среды, проведением и строительством инфраструктурных объектов.

Комплексное и объективное рассмотрение вопросов государственной инвестиционной политики осуществляется через взаимодействие механизмов и инструментов институциональной платформы. В рамках зарубежных проектов российских компаний существенное значение отводится политическим рискам [11]. Решение о целесообразности капиталовложений принимается по итогам учета совокупности факторов глобальной и региональной нефтегазовой повестки, внешнеэкономической политики, в т.ч. профессиональных компетенций местного населения, снижения административных барьеров. ГР выполняет контрольную функцию за соблюдением энергетическими компаниями национального законодательства.

Нефтегазовые предприятия закладывают в резерв часть ресурсов для реализации будущих проектов, предусматривающих возможность нескольких источников финансового обеспечения. Некоторые из них осуществляются по взаиморасчетам в результате слияний и поглощений, финансируются за счет инвестиционных, хедж-фондов и прочих организаций, консолидирующих значительные активы. Часть финансового обеспечения может происходить за счет лизинга оборудования, предоставления лицензионных участков в пользование другим

компаниям; это характерно как для внутренних, так и зарубежных нефтегазовых проектов. Предприятия стремятся масштабировать собственное производство [18], привлекать специалистов из других государств для его осуществления. Оплата может производиться не только по итогу выполненных работ и услуг, но и по завершению реализации проекта, в т.ч. в виде долевого распределения прибыли или в рамках режима СРП. На спаде экономического цикла эффективность отдельных нефтегазовых компаний зависит от административного ресурса, наличия государственной поддержки, уровня взаимодействий с международными финансовыми организациями и институтами.

Реализация проектов предполагает проведение риск-менеджмента и детализированной аналитики, может осуществляться за счет прибыли предприятий, бюджетного финансирования, средств суверенных фондов, выхода на фондовые рынки капитала и других источников, благодаря которым могут быть исполнены связанные направления. В соответствии с заключенными контрактами, часть прибыли поступает государству, акционерам, в дальнейшем развитие проекта, строительство инфраструктуры, на закупку оборудования и др. Заемное финансирование со стороны кредитных организаций может предоставляться не только под проекты, но и основные направления функционирования предприятий, различные виды расходов. Государство может выступать поручителем, задействовать институты и внутренние механизмы, в целом стимулировать удовлетворение внутреннего спроса и внешнеэкономическую деятельность предприятий, обеспечивать расширение производств, сокращение затрат, создание благоприятного инвестиционного климата. Выпуск акций и облигаций характерен для крупномасштабных проектов; российские банки и другие финансовые организации должны более продуктивно участвовать в реализации нефтегазовых проектов в зарубежных странах, содействовать увеличению внешнеторгового товарооборота, привлечению российских и международных

институтов. Это способствует развитию внутреннего фондового рынка, призвано обеспечить экономически устойчивое развитие национального НГК.

Нефтегазовые предприятия стремятся инвестировать в наиболее надежные проекты и перспективные направления, заинтересованы в государственной поддержке. Для этих целей могут создаваться дочерние компании или обособленные подразделения; распространенной является практика, при которой холдинговая структура отвечает по их обязательствам только в размере доли уставного капитала. Зачастую применяется подход, в рамках которого различные фонды накоплений вкладывают финансовые ресурсы в нефтегазовые проекты, однако при этом не участвуют в их прямом управлении и развитии. Основные расходы обычно связаны с сектором upstream – проведением ГРП и добычи, которые частично обеспечиваются на заемном рынке, а также приростом стоимости акционерного капитала предприятий [10].

ГР может существенно различаться для крупных энергетических корпораций и относительно небольших предприятий, основным источником

**В основе инвестиционной привлекательности находятся рентабельность, требуемая норма прибыли, перспективы развития, удовлетворение спроса на углеводороды, вопросы энергетической безопасности, социально-экономические возможности**

развития которых выступают накопленные внутренние резервы и нераспределенная прибыль, позволяющие разрабатывать углеводородные залежи. При этом, финансовые организации чрезвычайно заинтересованы в предоставлении долгосрочного заемного капитала на внутреннем энергетическом рынке и в рамках международных проектов. Их развитием могут заниматься институты с государственным участием; как и предприятия, для этих целей они привлекают капитал из различных направлений, в т.ч. за счет предоставления бюджетных кредитов.

Для стратегически значимых проектов характерно частичное бюджетное финансирование; подобная практика распространена во множестве зарубежных стран. Множество предприятий стремятся стать более независимыми в части предпринимаемых по отношению к ним мер государственного воздействия, минимизировать количество посредников до сбыта конечным потребителям, связанные с ними расходы, уменьшить налоговую нагрузку в т.ч. за счет лоббирования корпоративных интересов, задействования возможностей институтов. Часть средств ФНБ впоследствии перераспределяется в развитие отдельных нефтегазовых проектов.

Несмотря на предпринимаемые государственные меры в части налоговой амнистии капитала и улучшения инвестиционного климата, значительное количество предприятий остаются зарегистрированными в оффшорных зонах. Дополнительные поступления предприятий распределяются не только на выплаты дивидендов акционерам, но и на НИОКР, внедрение цифровых решений. Источники инвестиционных ресурсов могут существенно различаться в связи со спецификой конкретного нефтегазового проекта,

региональных особенностей, условий добычи. В ходе развития проекта потребность в привлекаемых инвестиционных ресурсах может существенно возрасти; так, последующие этапы финансируются за счет первоначальной прибыли, а заемное финансирование – предоставляется траншами, что связано не только со значительными объемами капитала, но и проводимым риск-менеджментом, анализом дальнейших перспектив. Одновременно могут быть задействованы несколько источников привлечения капитала с учетом внутренних особенностей

проекта, при этом реализовываться комплекс управленческих мер. На современном этапе масштабные инвестиции привлекаются в сектор глубокой нефтегазопереработки [2].

### **Разработка методологического инструментария инвестиционной политики в НГК**

Цифровые технологии позволяют выделить оптимальные для конкретного проекта источники финансирования. В основе инвестиционной привлекательности находятся рентабельность, требуемая норма прибыли, перспективы развития, удовлетворение спроса на углеводороды, вопросы энергетической безопасности, социально-экономические возможности. В качестве источников обеспечения проектов могут выступать производимая продукция, разведанные ресурсы, добываемое сырье или доля в их уставном капитале. В разработке нефтегазовых запасов одновременно могут принимать участие как государственные компании и крупнейшие корпорации, так и относительно небольшие частные производители, образующие совместные предприятия. Выбор организационно-правовой формы зависит от условий налогообложения и объемов налоговых выплат. В основе финансово-экономической деятельности таких предприятий находится расчет различных сценариев развития, проведение риск-менеджмента, распределение функциональных обязанностей, потоков капитала, доходов и др. Участниками нефтегазовых проектов могут становиться предприятия, не имеющие прямого отношения к ТЭК, а предоставляющие капитал, возможность оперативного и стратегического управления отраслевыми компаниями. Одной из современных тенденций мирового энергетического рынка выступает их открытость и подотчетность, планомерный выход из иностранных юрисдикций с благоприятным режимом налогообложения, позволяющих скрывать размеры поступающих доходов. Условия финансирования

и сбыта конечной продукции являются индивидуальными для каждого конкретного проекта; активную роль в их дальнейшем совершенствовании могут взять АСИ и РФПИ.

Особенности финансового обеспечения нефтегазовых проектов различаются в зависимости от государства или региона их расположения, склонности к риску инвесторов, достаточности ресурсной базы, наличия необходимого опыта и технологий. Привлечение различных институтов и фондов обуславливает необходимость государственной поддержке, получении обязательств в осуществлении проектов. Условия финансирования могут измениться в ходе их реализации. Кроме того, происходит трансформация самого рынка капитала: более активно выделяется финансовое обеспечение на разработку относительно не крупных месторождений. Подобные проекты в меньшей степени подвержены приостановке в результате экономических и политических факторов; в результате более достоверно прогнозируются объемы требуемых ресурсов, сроки реализации, геологические условия добычи. Предприятия стремятся максимизировать добычу углеводородов, устранить административные барьеры в ходе реализации инвестиционной стратегии, разрабатывают собственные критерии эффективности проектов и предложений, осуществляют функциональное распределение обязанностей, в т.ч. контрольную функцию, проводят риск-менеджмент, всесторонне учитывают факторы воздействия, принимают в расчет экспертные мнения. Инвесторы должны быть заинтересованы в реализации проектов, проявлять гибкость в отношении их возможной корректировки, содействовать улучшению институциональной инфраструктуры, организационно-правовых основ осуществления инвестиционной деятельности, развитию внутреннего рынка ценных бумаг, минимизации любых видов расходов, связанных с посредниками [6].

Экономические условия осуществления и предоставляемые меры государственной поддержки для масштабных и относительно не крупных нефтегазовых

проектов могут значительно различаться. Инвесторы стремятся минимизировать риски и, преимущественно, собственные обязательства, участвуют в выборе членов совета директоров и правления проектов, в разработке организационно-управленческой структуры предприятий и компаний-операторов. Технологическая составляющая проектов находится в компетенции соответствующих подразделений, в то время как расширение рынков сбыта, установление необходимых взаимодействий – в рамках функциональных обязанностей правления. Прагматичная бюджетно-налоговая политика способствует привлечению дополнительных капиталовложений в НГК. Наиболее масштабные проекты задействуют институциональных инвесторов, потенциал глобального и национального фондовых рынков, современные финансовые технологии, возможность налогового законодательства.

В наибольшей степени в реализации проектов заинтересованы государства и компании, нуждающиеся в бесперебойном энергообеспечении на приемлемых условиях, стремящиеся обеспечить собственную энергетическую безопасность. Предприятия самостоятельно формируют собственные инвестиционные возможности, разрабатывают направления развития проектов, предоставляют их участникам необходимую аналитическую информацию. Кроме того, они стремятся проводить ГРП в различных регионах, содействовать увеличению стоимости активов для их последующей реализации по более высоким ценам. В отдельных случаях проекты выводятся на IPO, организуются фонды по привлечению капиталовложений, создаются иные организационно-правовые структуры, позволяющие наиболее прагматично задействовать капитал для реализации конкретного проекта. Следует отметить, что отдельные участники могут обладать несопоставимо большими возможностями воздействия на ход их реализации.

Российские компании и институты также активно анализируют передовую зарубежную практику привлечения инвестиций,

в т.ч. в разработку нетрадиционных и трудноизвлекаемых запасов. В частности, финансовые организации в результате исполнения обязательств или по иным условиям могут становиться участниками или акционерами без возможности стратегического, оперативного управления, принятия технологических решений. Вхождение новых участников в нефтегазовый проект может привести к снижению налоговой нагрузки или использованию административного давления на них. Создание холдинговых структур с центром принятия решений и дочерними компаниями, которым передается оперативное управление отдельными направлениями зачастую может быть связано с проведением государственной налоговой политики.

Финансовые технологии в полной мере призваны раскрыть потенциал нефтегазовых проектов, повысить их устойчивость в среде функционирования, привлечь дополнительные инвестиции, устранить риски, содействовать развитию национального фондового рынка. На объем инвестиций напрямую влияют ценовая конъюнктура нефтяных биржевых котировок, уровень капитализации, финансовые и административные возможности энергетических компаний; в свою очередь, это способствует привлечению институциональных инвесторов. В данном контексте также возможна разработка нескольких сценариев, определяющих развитие проектов и факторы, необходимые для их реализации. В них могут задействоваться различные механизмы, передовые цифровые технологии, что напрямую влияет на развитие глобального финансового рынка, структуру ТЭБ с учетом изменений регионального потребительского спроса на углеводороды.

Крупнейшие корпорации развивают собственные научные направления, нацелены на внедрение уникальных технологических решений во всех отраслевых сегментах, укрепляют взаимодействия со связанными с НГК организациями. Это позволяет разрабатывать проекты, ранее являвшиеся нерентабельными, одновременно вкладывать инвестиции в несколько перспективных направлений, альтернативную энергетику и др.

Адаптация наиболее успешных инвестиционных практик требует учета региональной и местной специфики; в условиях осуществления санкционной политики это характерно для импортозамещения в нефтегазовой промышленности [8]. Следует обратить внимание на инвестиционный опыт глобальных мэйджоров, национальных нефтегазовых компаний добывающих государств, внедрения технологических разработок на различных этапах производственных процессов, вопросы их передачи сторонним организациям.

### Инвестиции в научно-техническое направление в совокупности с расширением долгосрочных отраслевых и институциональных взаимодействий являются одними из драйверов экономически устойчивого развития НГК

В рамках некоторых нефтегазовых проектов существует несоответствие между приемлемым риском и доходностью. Относительно небольшие предприятия способны генерировать прорывные технологические решения, последующей задачей которых выступает их практическое внедрение и масштабирование; значительную часть их стоимости обычно составляет интеллектуальный труд. Подобные предприятия могут располагаться по кластерному типу, образуя тем самым синергетический эффект, либо в непосредственной близости от нефтегазовых производств. Привлечение инвестиций в данный сегмент НГК сопряжено с необходимостью совершенствования государственной научно-технической политики.

Повсеместное внедрение технологий Шестого технологического уклада содействует значительному повышению общей производительности национального НГК, формированию необходимой административно-правовой и институциональной среды, позволяет сократить сроки реализации проектов и затраты на них [3]. Внедрение технологических решений обуславливает

целесообразность корректировки существующего механизма ГР НГК. Аналогичный опыт внедрения инновационных разработок, углубления анализа существующих вопросов и перспектив развития доступен в ряде других отраслей и промышленных производств. Также необходимо учитывать стратегические миссии добывающих государств и крупнейших корпораций, формирующих общую экономическую систему, глобальную энергетическую повестку, развитие связанных с НГК производств и направлений, обеспечивающих достижение национальных и корпоративных

долгосрочных интересов на основе их баланса, повышение конкурентоспособности, необходимость прагматичного государственного воздействия. При этом изменились условия осуществления научно-технической деятельности, часть которых в перспективе будут выполнять технологии искусственного интеллекта.

Инвестиции в научно-техническое направление в совокупности с расширением долгосрочных отраслевых и институциональных взаимодействий являются одними из драйверов экономически устойчивого развития НГК. На наиболее перспективные активы обычно претендуют несколько предприятий, старающиеся задействовать административный ресурс; они могут объединяться для их получения с целью повышения рентабельности, выхода на приемлемый уровень добычи и других показателей производства. Технологические решения могут проистекать из современных тенденций на финансовых рынках. Нефтегазовые компании стремятся разрабатывать собственные цифровые технологии, финансировать исследования в научных институтах и сторонних организациях, участвовать в становлении российских технологических компаний,

их выходе на рыночные объемы производства, в целом содействовать развитию инновационной среды. Инвестиции предполагают детальное изучение таких компаний, перспектив их роста, внедрения разрабатываемых технологических продуктов в производственные и управленческие процессы [4].

При этом, предприятиями может быть сформирована собственная методика по выявлению подобных инновационных проектов, их получению и практическому применению для реализации внутренних целей и задач. Из нескольких сценариев развития выбирается наиболее приемлемый для конкретной ситуации, учитывающий внутренние и внешние факторы, особенности организации и управления внутри компании. Возможно создание отдельной дочерней организации, специализирующейся на поиске наиболее перспективных проектов, отвечающих заданным технологическим требованиям; в наибольшей степени это характерно для цифровой трансформации предприятий. Масштабные инвестиции требуют одобрения совета директоров, правления или акционеров компании, являются неотъемлемой составляющей финансово-экономического блока, обычно разрабатываются внутрикорпоративными отделами планирования [13].

Внедрение нефтегазовыми предприятиями технологических решений может являться индивидуальным; они обеспечивают бесперебойность функционирования, получение конкурентных преимуществ. Организационно-правовая форма дочерних компаний обычно позволяет головной организации не отвечать по их обязательствам. Технологии Шестого технологического уклада содействуют перестройке организационной структуры компаний, повышению уровня их капитализации, инновационности производств, решению значимых внутренних вопросов, выявлению «слабых мест», переходу на новые стандарты производимой продукции, качественным улучшениям в отношении распоряжения активами [3]. Кроме того, разработанные технологические решения могут являться предметом торговых

сделок для других компаний или сторонних организаций.

Перспективные инновационные направления и проекты могут поступать по различным векторам получения информации, в частности, предложения по покупке или совместной реализации проектов – от других нефтегазовых предприятий. В свою очередь, технологические компании также могут объединяться в пулы для взаимного продвижения собственных интересов. Отдельные инвестиционные проекты находятся в закрытом режиме, а не представлены на различных форумах, иных мероприятиях. В отношении принимаемых инновационных решений также учитываются позиции различных научных институтов и экспертов; при этом, необходимы благоприятная инвестиционная среда, содействующая внедрению новейших технологий, развитый внутренний фондовый рынок.

Крупнейшие зарубежные фонды капитала активно инвестируют в нефтегазовый сектор, расширяют взаимодействия с основными поставщиками и потребителями углеводородов, доверяют деятельности управляющим органам компаний или корректируют их действия. Управленческие вопросы неразрывно связаны с инвестиционной составляющей, содействуют переходу на следующий уровень технологического развития предприятий, выбору наиболее приоритетных направлений, отвечающих установленным критериям, развитию технологического сектора [9]. Инвестиционная политика нефтегазовых компаний по степени диверсификации капиталовложений существенно различается между собой. Развитие отдельных проектов может содействовать слиянию и поглощению компаний из сопряженных отраслей; при этом учитываются территориальное расположение объекта капиталовложений, а также момент принятия инвестиционного решения. Предоставление государственных гарантий в отношении прав собственности в инновационных компаниях содействует развитию научно-технологического направления в целом.

Внутри предприятий могут происходить структурные

преобразования сообразно намеченным инвестиционным программам; возможен поиск передовых технологий на зарубежных рынках, обуславливающих комплексное развитие производств и проектов. В отношении применения технологий важны юридические аспекты заключенных контрактов, отстаивание корпоративных интересов. Инвестиции нефтегазовых компаний могут не быть напрямую связаны с их основной деятельностью; при принятии решений управленческие органы предприятий способны отойти от выбранных инвестиционных принципов, корректировать методику выбора проектов. За счет точки приложения воздействия осуществляются развитие новых перспективных направлений, расширение регионов сбыта продукции, реализуются долгосрочные приоритеты компаний. Инвестиции напрямую затрагивают технологические и производственные процессы. Особое внимание уделяется правовой стороне инвестиционных вопросов; учитываются фаза экономического цикла, участие в совершенствовании инфраструктуры, институциональной платформы, улучшения инвестиционного климата. Различные виды деятельности в своей совокупности способны принести значительный синергетический эффект. Развитие инновационного направления на предприятиях сопровождается выделением определенного бюджета.

Нефтегазовые компании передают другим организациям часть работ в различных сегментах; это обуславливается не только вопросами повышения эффективности, но и другими экономическими и политическими аспектами. На энергетическом рынке нарастает конкурентная составляющая, содействующая улучшению производительности проектов и предприятий. Специфика характерна для взаимоотношений между обособленными юридическими подразделениями внутри холдинговых структур. Крупнейшие корпорации стремятся извлекать максимальные преимущества из собственного положения на рынке, в т.ч. за счет снижения издержек в результате роста конкуренции

среди организаций, связанных с НГК. Расширение отраслевых взаимодействий возможно в результате внедрения новейших технологий. Так, небольшие предприятия могут сокращать расходы при реализации проектов и осуществлении текущей деятельности за счет использования финансового инструментария, основанного на выбранных методологических принципах, подходах и методах с учетом внутренней специфики.

В данном аспекте также учитывается зарубежный опыт, в т.ч. становления мировой нефтегазовой отрасли в историко-экономическом разрезе [5]. Так, правительства и национальные нефтяные компании планомерно улучшали условия контрактов по разработке углеводородных месторождений иностранными государствами и глобальными топливно-энергетическими мэйджорами; в целом ряде случаев происходила национализация активов. Индивидуальными также являются условия раздела добычи; это может быть характерно для различных лицензионных участков, находящихся в рамках единого проекта. Компаниям-участникам может предоставляться дисконт на добываемое сырье и производимую продукцию в рамках срока действия контракта или на определенный период; при этом учитывается объем налоговой нагрузки, отдельных платежей и выплат.

Российская регулирующая практика также выходит на глобальный уровень. Ответственность и обязательства участников нефтегазовых проектов могут существенно различаться. Предприятия стремятся учитывать все нюансы национального законодательства и международного правового поля, пути обхода существующих регуляторных ограничений. Стратегическое сотрудничество и платежеспособность потребителей являются основными условиями, определяющими порядок расчетов за поставляемые энергетические ресурсы. Так, в газовом секторе одной из наиболее популярных форм расчетов служит система «take or pay»; также могут использоваться доленое финансирование, поручительство в отношении реализации проектов и др. [7] Условия контрактов способны претерпеть изменения при

выходе на промышленные объемы производства; например, часть активов предоставляются в аренду или лизинг недропользователям с оговоренными условиями финансового обеспечения. В зарубежных странах общепринятой является практика раздела прибыли или продукции; кроме того, стороны контракта предоставляют друг другу взаимные обязательства, а ответственность между ними распределяется сообразно его условиям [15].

Стороны контракта учитывают возможности экономических и политических изменений, что закладывается в инвестиционные планы. Особо следует отметить особенности долевого взаимоотношения, условий перехода прав собственности, обязательства недропользователей, инвесторов и финансовых организаций, создание специально созданных дочерних структур, преимущественные права и особые условия для собственников и акционеров. Неисполнение одной из сторон взятых на себя обязательств регулируется условиями контракта, национальным и международным законодательством. Не следует недооценивать роль международных институтов в формировании национальной инвестиционной политики. Участие в проекте ведущих нефтегазовых компаний значительно увеличивает вероятность его практической реализации, в т.ч. в отношении развития инфраструктуры, потенциала фондового рынка, выхода на заданные объемы производства, транспортировки в установленные сроки, а также в определенной степени позволяет воздействовать на потребительский спрос.

Зарубежные участники российских нефтегазовых проектов должны содействовать их реализации, развитию инфраструктурной системы, привносить конкурентные преимущества, превышающие экономические и политические риски развития, совершенствовать организующую и контрольную функции. Кроме того, это содействует ускорению осуществления сделок в НГК, в т.ч. на рынках ценных бумаг [6, 11]. Предприятия заинтересованы в долгосрочных взаимоотношениях с финансовыми организациями, при этом могут создавать внутренние структуры, обеспечивающие

привлечение необходимых ресурсов под реализацию проектов. В данном аспекте использование потенциала российских финансовых институтов является одной из составляющих энергетической безопасности. Объем инвестиций в конкретный проект обычно увязан с разведанными запасами МСБ, объемами добычи, производства и транспортировки, совокупностью различных факторов воздействия. В ходе реализации проекта важнейшим вопросом является его стратегическое планирование. Различные проекты внутри одной компании могут быть не связаны между собой, что призвано повысить ее экономическую устойчивость; в свою очередь, факторы воздействия – тесно переплетены друг с другом и приносят непрогнозируемые результаты. Обычно они рассматриваются в своей совокупности, а их оценка призвана служить объективным критерием реализации инвестиционных проектов. Разработка ее методики является одним из составных элементов применения системно-функционального подхода внутри нефтегазовой компании.

## Выводы и рекомендации

Инвестиционные проекты непосредственным образом сопряжены с вопросами совершенствования недропользования в континентальной части, усиления конкуренции между компаниями за право приобретения лицензионных участков, пользования и распоряжения. В большинстве случаев возникает необходимость в проведении стабильной и гибкой налоговой политики, содействующей реализации проектов, позволяющей более эффективно осуществлять их прогнозирование, планировать инвестиционные затраты на долгосрочную перспективу. Предприятия заинтересованы в скорейшем выходе на проектную мощность и последующем поддержании достигнутого уровня добычи и производства, в т.ч. за счет использования новейших технологических решений. Следует учитывать возможные изменения на рынках сбыта, объема и структуры требуемого финансового обеспечения, его разделения на различные этапы и направления строительства

и производства, качественных и количественных параметров проекта, сроков его реализации. Так, происходят уточнение запасов МСБ, необходимого уровня добычи углеводородного сырья, корректировка издержек, контроль за технологическим состоянием производственных объектов [12].

Управленческие решения принимаются на основании поступающей новой информации; в отношении крупнейших проектов – предложения по их реализации выносятся на государственный уровень. Информация о ходе проведения проектов может выдаваться недостоверной. Новейшие технологии позволяют всесторонне учитывать специфику и факторы воздействия на ход их осуществления, извлекать дополнительные объемы углеводородов. При этом, предприятия должны задействовать имеющиеся в распоряжении технологии, оборудование и другие виды активов. На уровень капитализации компаний, ее положительную деловую репутацию влияет исполнение социальных обязательств. Особое внимание также уделяется ликвидности капитала, возможности использования методов проектного финансирования.

Нефтегазовые компании предпочитают функционировать в условиях благоприятной экономической ситуации, разветвленной сети взаимодействий по актуальным вопросам, позволяющей доносить собственную позицию до органов государственной власти, находить прагматичные решения при сотрудничестве с другими организациями в рамках механизма ГР экономики. Их задачей выступает устранение рисков при осуществлении производственной деятельности, рост стоимости акционерного капитала, в т.ч. за счет формирования холдинговых структур, снижения налоговой нагрузки, исполнения взятых обязательств, включая создание внутренних резервных фондов, корпоративных банков или иных финансовых организаций. Это существенно повышает экономическую устойчивость нефтегазовых компаний, позволяет развивать внутрикорпоративную структуру, внешнеэкономические взаимодействия; таким образом они участвуют в становлении

национального финансового рынка. Принятие инвестиционных решений также учитывает особенности трудовых взаимоотношений на предприятиях, условия труда, предоставления социальных гарантий, затрагивает все сегменты нефтегазового производства.

Отдельные проекты или дочерние структуры нефтегазовых компаний могут быть зарегистрированы в иностранных оффшорных юрисдикциях. Налоговая амнистия является одной из мер ГР НГК, содействующей возврату капитала и улучшению инвестиционного климата. Данные аспекты также находят отражение в корпоративных документах стратегического планирования и национальной регуляторной практике, призванной содействовать экономическому устойчивому развитию НГК. Соответственно, необходима наработанная методика принятия регулирующих решений с учетом передового зарубежного опыта, позволяющая предприятиям полностью реализовать имеющийся в распоряжении инвестиционный потенциал, выявлять наиболее перспективные направления капиталовложений с учетом обеспечения энергетической безопасности при их осуществлении. В ряде случаев государство может выступать участником нефтегазовых проектов, содействовать привлечению инновационных технологий, расширить спектр взаимодействий и направлений сбыта продукции, в т.ч. стратегических партнеров. В отдельных случаях это является фактором проведения более мягкой экономической и административной политики по отношению к конкретному проекту. Обычно они реализуются при комплексном регулирующем воздействии и обеспечении экономической устойчивости [17]. ●

## Литература

1. Алекперов В.Ю. Нефть России: прошлое, настоящее и будущее / В.Ю. Алекперов. – М.: Креативная экономика, 2011. – 432 с.
2. Бейлин И. Л. Методологические подходы к развитию региона нефтегазовой специализации: дис. ... д-ра экон. наук: 5.2.3 / И.Л. Бейлин. – СПб., 2024. – 390 с.
3. Глазьев С.Ю. Экономика будущего: есть ли у России шанс? / С.Ю. Глазьев. – М.: Книжный мир, 2017. – 634 с.
4. Дмитриевский А.Н. Ресурсно-инновационная стратегия развития экономики России / А.Н. Дмитриевский, А.М. Мастепанов, В.В. Бушнев // Вестник РАН. – 2014. – Т. 84. – № 10. – С. 867–873.

5. Ергин Д. Добыча. Всемирная история борьбы за нефть, деньги и власть / Д. Ергин. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 944 с.
6. Звягинцева Н.А. Развитие системы регулирования рынка ценных бумаг Российской Федерации как механизма привлечения инвестиций: дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.10 / Н.А. Звягинцева. – Иркутск, 2015. – 555 с.
7. Мартынов В.Г. Природный газ – основа устойчивого развития мировой энергетики / В.Г. Мартынов [и др.]. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2021. – 173 с.
8. Мастепанов А.М. Влияние западных санкций на развитие энергетики России. Регулирование энергетической политики / А.М. Мастепанов // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2019. – № 6. – С. 5–24.
9. Международная практика прогнозирования мировых цен на финансовых рынках (сырье, акции, курсы валют) / под ред. Я.М. Миркина. – М.: ИМЭМО РАН, 2014. – 456 с.
10. Миловидов К. Н. Мировые инвестиции в нефтегазовый сектор апстрим / К. Н. Миловидов // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2019. – № 2. – С. 46–54.
11. Нарышкин С.Е. Иностранные инвестиции и развитие экономики России: дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05 / С.Е. Нарышкин. – СПб., 2010. – 446 с.
12. Новак А.В. Будущее российской нефти в эпоху энергоперехода / А.В. Новак // Энергетическая политика. – 2021. – № 12. – С. 4–13.
13. Сафонова Т.Ю. Исследование эндогенных и экзогенных факторов влияния на результаты прогнозирования развития нефтегазовой отрасли на фоне трансформации структуры топливно-энергетического баланса: дис. ... д-ра экон. наук: 5.2.3 / Т.Ю. Сафонова. – М., 2023. – 410 с.
14. Сечин И.И. Альтернативы мировой энергетики: трансформационные тренды и риски / И.И. Сечин // Мировая экономика и международные отношения. – 2021. – Т. 65. – № 10. – С. 33–44.
15. Стиглиц Дж. Ю. Люди, власть и прибыль: Прогрессивный капитализм в эпоху массового недовольства / Дж. Ю. Стиглиц. – М.: Альпина Паблишер, 2021. – 430 с.
16. Телегина Е.А. Международные инвестиции в мировую энергетику и роль России на глобальных энергетических рынках / Е.А. Телегина. – М.: Информ-Знание, 2005. – 448 с.
17. Трофимов С.Е. Практические вопросы реализации государственной нефтегазовой политики / С.Е. Трофимов. – М.: ИНФРА-М, 2023. – 400 с.
18. Уэст Дж. Масштаб: Универсальные законы роста, инноваций, устойчивости и темпов жизни организмов, городов, экономических систем и компаний / Дж. Уэст. – М.: Азбука Бизнес, Азбука-Аттикус, 2018. – 512 с.
19. BP Energy Outlook: 2020 edition // BP Global. – 160 p.
20. IEA World Energy Investment 2018 // IEA, 2018. – 293 p.
21. IEA World Energy Outlook 2021 // IEA, 2021. – 384 p.
22. IHS Markit [Electronic resource]. – Access mode: <https://ihsmarkit.com>.
23. Oil & Gas Journal [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.ogj.com>.
24. Oil Market Analytics [Electronic resource]: Rystad Energy. – Access mode: <https://www.rystadenergy.com/products/market-solutions/oil-market-analytics>.
25. OPEC Annual Statistical Bulletin [Electronic resource] // Organization of the Petroleum Exporting Countries. – Access mode: [https://www.opec.org/opec\\_web/en/publications/202.htm](https://www.opec.org/opec_web/en/publications/202.htm).
26. Platts [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.platts.com>.

KEYWORDS: state regulation, oil and gas complex, investment policy, methodological tools, investment climate, investment potential, budget financing, oil and gas revenues.

# ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ в странах ЕАЭС

ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕМ ИГРАЮТ КЛЮЧЕВУЮ РОЛЬ В ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ СТРАН, БОГАТЫХ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ. В ДАННОМ КОНТЕКСТЕ РОССИЯ И КАЗАХСТАН ПРЕДСТАВЛЯЮТ СОБОЙ ИНТЕРЕСНЫЕ ПРИМЕРЫ, ТАК КАК ОБА ГОСУДАРСТВА ИМЕЮТ ЗНАЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАПАСЫ УГЛЕВОДОРОДОВ И РАЗРАБАТЫВАЮТ ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ В ЭТОЙ СФЕРЕ. В СТАТЬЕ РАССМОТРЕНЫ ОСОБЕННОСТИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ И ПРОВЕДЕН СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ, А ТАКЖЕ ОЦЕНЕНО ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛЕЙ В КАЗАХСТАНЕ И РОССИИ. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА В ЭТОЙ ОБЛАСТИ ИМЕЕТ СХОЖИЕ ЦЕЛИ, НО РАЗНЫЕ ПОДХОДЫ К РЕАЛИЗАЦИИ. КАЗАХСТАН, ПРОВОДЯ БОЛЕЕ ОТКРЫТУЮ ПОЛИТИКУ ДЛЯ ИНВЕСТИТОРОВ, СТРЕМИТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ СВОИ ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА, ТОГДА КАК РОССИЯ АКЦЕНТИРУЕТ ВНИМАНИЕ НА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОМ УПРАВЛЕНИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В РАМКАХ ЕАЭС СПОСОБСТВУЕТ РАЗВИТИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ОБЕИХ СТРАН

*STATE REGULATION AND MANAGEMENT OF SUBSOIL USE PLAY A KEY ROLE IN THE ECONOMIC DEVELOPMENT OF COUNTRIES RICH IN NATURAL RESOURCES. IN THIS CONTEXT, RUSSIA AND KAZAKHSTAN ARE INTERESTING EXAMPLES, AS BOTH COUNTRIES HAVE SIGNIFICANT HYDROCARBON RESERVES AND ARE DEVELOPING PRIORITY AREAS OF STATE POLICY IN THIS AREA. THE ARTICLE EXAMINES THE FEATURES OF SUBSOIL USE AND CONDUCTS A COMPARATIVE ANALYSIS OF THIS REGULATION, AND ASSESSES THE CURRENT STATE OF THE INDUSTRIES IN KAZAKHSTAN AND RUSSIA. THE STATE POLICY OF THE MEMBER STATES OF THE EURASIAN ECONOMIC UNION IN THIS AREA HAS SIMILAR GOALS, BUT DIFFERENT APPROACHES TO IMPLEMENTATION. KAZAKHSTAN, HAVING A MORE OPEN POLICY FOR INVESTORS, SEEKS TO USE ITS NATURAL RESOURCES TO ACHIEVE ECONOMIC GROWTH, WHILE RUSSIA FOCUSES ON CENTRALIZED MANAGEMENT AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY. INTERACTION WITHIN THE EAEU CONTRIBUTES TO THE DEVELOPMENT OF THE ENERGY POTENTIAL OF BOTH COUNTRIES*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: полезные ископаемые, нефть, газ, недропользование, государственное управление, законодательные и нормативные документы, Российская Федерация, Республика Казахстан, Евразийский экономический союз (ЕАЭС).

**Минина  
Марина Виссарионовна**

доцент Северо-Западного  
института управления  
РАНХиГС,  
председатель Арктического  
совета Ассамблеи народов  
Евразии, к.т.н.

Российская Федерация и Республика Казахстан – крупнейшие производители и экспортеры нефтегазовых ресурсов среди государств Евразийского экономического союза (ЕАЭС).

Вопросы недропользования ставят перед управляющими структурами двух стран необходимость соблюдения стандартов экологической безопасности, а с другой стороны,

обеспечивать устойчивое развитие и эффективное использование природных ресурсов. Этот баланс становится особенно важным в свете изменения климата и глобальных экологических вызовов, которые требуют от правительств инновационных подходов и стратегий, направленных на минимизацию негативного воздействия на природу.

УДК 342.951

Обе страны сталкиваются с необходимостью внедрения современных технологий и методов управления, которые помогут снизить экологические риски, возникающие в процессе добычи полезных ископаемых. Это включает в себя переход на более чистые технологии, использование возобновляемых источников энергии, а также внедрение систем экологического мониторинга и оценки воздействия на окружающую среду. Важно также активное вовлечение местных сообществ в процесс принятия решений, связанных с недропользованием, что поможет учесть интересы населения и повысить общественную поддержку природоохранных инициатив.

Одной из задач, стоящих как перед Казахстаном, так и Россией, является развитие законодательства в сфере недропользования, которое должно учитывать международные нормы и стандарты, направленные на защиту окружающей среды. Сотрудничество в рамках ЕАЭС может способствовать выработке общих подходов к регулированию этой сферы, что не только поможет улучшить качество управления природными ресурсами, но и создаст условия для более справедливого распределения доходов от их эксплуатации.

Так, министр по энергетике и инфраструктуре Евразийской экономической комиссии Арзыбек Кожошев, выступая на Пленарном заседании «Технологический суверенитет и промышленная кооперация ЕАЭС: механизмы реализации», отметил, что «в современном мире технологический суверенитет становится важным фактором обеспечения устойчивого развития. При этом энергетика и транспорт – факторы, которые обеспечивают не только физическую инфраструктуру для развития отраслей экономики, но и способствуют независимости от внешних рисков. Евразийская

интеграционная связность становится определенным конкурентным преимуществом наших стран», – заявил А. Кожошев. По мнению министра ЕЭК, особую актуальность в условиях изменения международного энергетического ландшафта приобретает проведение странами евразийской «пятерки» согласованной энергетической политики и их совместная деятельность по формированию общих рынков энергоресурсов. На рабочей встрече А. Кожошева и министра энергетики Российской Федерации Сергея Цивилева, прошедшей в преддверии очередного заседания Совета Евразийской экономической комиссии, в повестку которого включены вопросы создания общих энергетических рынков, были обсуждены проблемные вопросы формирования общих рынков газа, нефти и нефтепродуктов Евразийского экономического союза с учетом изменившейся ситуации на глобальных энергетических рынках, а также существующих взаимоотношений между государствами-членами ЕАЭС, а также участники встречи условились продолжить работу по формированию общих энергетических рынков Евразийского экономического союза.

Недропользование имеет долгую историю развития: с момента появления человека разумного начался процесс использования даров земли и природы. Так, использование горной пещеры для жизни и быта – это пример первого в человеческой истории пользования недрами. При этом добыча полезных ископаемых сопровождает человечество на протяжении всей истории его существования: глина, руда, железо, драгоценные камни и металлы – все это дары недр земли. Поэтому недропользование возникло задолго до появления соответствующей терминологии. Более того, чтобы пользоваться дарами недр, необходима

организация соответствующей деятельности: речь идет о предшествующих работах по разведке полезных ископаемых и последующих процессах их непосредственной добычи.

В понятие недропользования входит и использование подземных объектов и сооружений – от уже упоминавшихся пещер древних людей до современных геологических объектов, которые находятся под особой охраной государства, и деятельность, связанная с добычей особо ценных, коллекционных геологических материалов. Поэтому недропользование подразумевает весьма широкий спектр видов человеческой деятельности.

В связи с этим и трактовка данного термина различными учеными может существенно различаться. Башмаков Г.С. говорил о том, что под использованием недрами следует понимать «любую деятельность, направленную на присвоение полезных свойств конкретного участка недр» [1]. Калинин И.Б. определяет недропользование как «использование полезных свойств недр Земли и покрывающих ее вод для изучения, разведки и добычи содержащихся в них ресурсов (полезных ископаемых и иных неживых ресурсов), а также в целях, не связанных с их извлечением» [2]. Согласно приведенным точкам зрения, недропользование подразумевает в первую очередь деятельность так называемых недропользователей, т.е. речь идет о непосредственном процессе добычи полезных ископаемых, геологических ресурсов или эксплуатации геологических объектов. Однако есть и другие подходы к пониманию процесса недропользования. В частности, выделяют различные толкования данного понятия через дифференциацию отдельных видов данного процесса. Так, данные виды достаточно четко выделены в Законе РФ «О недрах» [3].

Другие подходы сосредоточены на правовых аспектах регулирования деятельности по недропользованию. С этой точки зрения недропользование

подразумевает не только использование (добычу полезных ископаемых, эксплуатацию геологических объектов и т.д.), но также и деятельность, связанную с исследованием и изучением состояния земных недр. Однако делается уточнение, что данная интеллектуальная деятельность носит прикладной характер и в конечном итоге направлена на получение определенных материальных выгод. Поэтому вполне обоснованно можно сделать вывод, что недропользование – это один из видов экономической деятельности, важное направление национальной экономики и народного хозяйства. При этом научная основа данного вида экономической деятельности связана с тем, что недропользование предполагает проведение целого комплекса сложных работ и реализацию целого ряда сложных технологических решений. Поэтому без развития научно-исследовательского потенциала недропользования (проведение исследований, разработка новых видов оборудования и т.д.) данная деятельность будет просто невозможна. Как видим, широкий спектр видов деятельности, связанных с недропользованием, требует расширенного толкования данного термина не только в рамках научных публикаций, но также и уточнения и упорядочения данной классификации в рамках действующих нормативно-правовых актов. Действительно, подход, связанный с определением недропользования через исключительно «пользовательский» аспект, давно потерял свою актуальность. Более того, такой подход не раскрывает данное понятие, порождая лишь тавтологию («недропользование – это пользование недрами»), но не внося никакой ясности в определение столь важного для народного хозяйства направления деятельности. Необходимо отметить, что даже советское законодательство исходило из более широких подходов к толкованию близких к недропользованию понятий. Так, например, «Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах» трактовали горные отношения (т.е. отношения в рамках пользования недрами) не просто как добычу полезных ископаемых, а как

комплекс общественных отношений в сфере использования и охраны недр. Понятие «общественные отношения» в аспекте того или иного явления подчеркивает сложность и важность данного вида деятельности, важность его для общественного строительства и воспроизводства, многогранность и многоаспектность данного понятия. Недропользование с этой точки зрения представляет собой не только процесс по добыче полезных ископаемых, но целый комплекс общественных отношений и взаимосвязей, таких как охрана недр, их изучение, экологическое обеспечение недропользования, научно-исследовательская деятельность по развитию технологического потенциала недропользования, финансово-экономическое обеспечение недропользования, управленческое обеспечение недропользования.

Последний аспект требует особого внимания. Ввиду сложности процессов, связанных с реализацией недропользования, данная сфера требует особой регламентации и организации. Поэтому недропользование, помимо всего прочего, это и управленческий процесс. Административно-правовая регламентация недропользования подразумевает, среди прочего, разработку и издание нормативно-правовых актов, регулирующих данную сферу деятельности. Также, в более широком смысле, речь идет о необходимости разработки государственной политики в сфере управления недропользованием [4]. Следовательно, процесс недропользования, как достаточно объемное понятие, включает в себя не только процесс изучения и освоения подземных пространств, но и управленческий процесс, предваряющий и сопутствующий так называемому «техническому недропользованию».

### Государственное управление недропользованием в РФ

Государственное управление и регулирование – это механизмы, которые упорядочивают поведения субъектов общественных отношений в области недропользования и характеризуются установлением и обеспечением государством общих правил поведения. Термины

«регулирование» и «управление» достаточно активно используется законодателем в названиях многих федеральных законов и подзаконных актов. Что же включает в себя понятие государственного управления и каковы правовые основы современной системы государственного управления недропользованием?

С принятием Конституции 1993 года [5] в стране произошли серьезные демократические изменения. Так, одним из наиболее важных изменений стало закрепление принципа федерализма и разделения властей, которые до этого момента не фигурировали в нормативно-правовых актах советского периода. Принцип разделения властей, с одной стороны, предполагает взаимный контроль, взаимную ответственность различных ветвей власти, с одной стороны, и, в соответствии с данным принципом, предполагается независимость и самостоятельность органов власти, принадлежащих к той или иной ветви. Федерализм предполагает разграничение полномочий между центром и субъектами. На уровне функционирования системы власти реализация принципа федерализма предполагает разграничение сферы компетенции между органами власти. Т.е. каждый орган власти самостоятелен в пределах предоставленной ему компетенции. При этом превышение органами власти предоставленных им объемов власти и полномочий, выход за их пределы рассматривается законодательством как присвоение власти, что немедленно пресекается, исходя из принципа разделения властей. Тем самым жизнь государства и общества надежно защищена от произвола и узурпации власти каким-либо государственным органом. Ст. 11 и 71 Конституции РФ устанавливают систему осуществления власти как на федеральном, так и на местном уровнях через органы государственного управления. А статья 12 признает местное самоуправление и его самостоятельность при условии соблюдения органами самоуправления Конституции РФ и ее законов. Попробуем вначале дать определение понятия «государственное управление». Это особая сфера деятельности государственных органов по

реализации возложенных на них полномочий. Она основывается подзаконно на правовых актах, прежде всего на законах, и осуществляется в целях обеспечения исполнения этих правовых актов, то есть носит подзаконный характер и осуществляется непрерывно. В процессе этой деятельности возникают определенные горизонтальные и вертикальные связи между субъектами этой деятельности. Нарушение этой деятельности влечет за собой применение санкций со стороны государства. Субъектом этой деятельности выступает государство и его должностные лица, объектом – действия

**Закон о недрах регулирует отношения, возникающие в связи с геологическим изучением, использованием и охраной недр территории Российской Федерации, ее континентального шельфа, а также в связи с использованием отходов горнодобывающего и связанных с ним перерабатывающих производств, торфа, сапропелей и иных специфических минеральных ресурсов**

участников общественных отношений, нуждающиеся в согласовании и подчинении их действий целенаправленной воле управляющего субъекта. Обеспечение эффективности государственной управленческой деятельности обеспечивается соблюдением ряда принципов при организации и деятельности органов государственного управления. Благодаря следованию этим принципам в Российской Федерации удалось выстроить довольно действенную и эффективную систему государственной власти как в вертикальном (иерархия), так и в горизонтальном направлениях. Поэтому государственное управление недропользованием определяют как «деятельность, направленную в том числе на соблюдение установленного законодательством порядка предоставления недр в пользование и недопущение самовольного пользования недрами; обеспечение полноты геологического изучения, рационального комплексного использования и охраны недр; предотвращение загрязнения недр при проведении работ,

связанных с использованием недрами; предупреждение самовольной застройки площадей залегания полезных ископаемых и соблюдение установленного порядка использования этих площадей в иных целях». В Законе РФ от 21 февраля 1992 года «О недрах» в преамбуле говорится: «Настоящий закон регулирует отношения, возникающие в связи с геологическим изучением, использованием и охраной недр территории Российской Федерации, ее континентального шельфа, а также в связи с использованием отходов горнодобывающего и связанных с ним перерабатывающих производств, торфа, сапропелей

и иных специфических минеральных ресурсов, включая подземные воды, рассолы и рапу соляных озер и заливов морей» [3]. Из этого следует что под «регулированием» понимается упорядочивание достаточно широкого круга отношений, закрепляемых нормами данного Закона (ст. 1.1). Правовое регулирование отношений недропользования осуществляется в соответствии с Конституцией РФ, договорами о разграничении предметов ведения и полномочий, законами и иными нормативными правовыми актами субъектов РФ, органами местного самоуправления в пределах их полномочий. «Государственное регулирование отношений недропользования осуществляется посредством управления, лицензирования, учета и контроля» (ст. 35 Закона). В этом случае понятие состоит из трех составляющих его элементов: управления, лицензирования, учета и контроля. При этом законодатель под государственным регулированием недропользования понимает достаточно широкий вид деятельности, выходящей за пределы нормотворчества. Государственное регулирование

включает в себя всесторонний контроль за выполнением требований, содержащихся в нормах права, регулирующих те или иные общественные отношения; координацию и установление общего направления деятельности участников соответствующих отношений.

Государственное регулирование понимается также «как одна из функций государственного управления, которая направлена на создание благоприятных условий деятельности коммерческих и некоммерческих организаций, предпринимательства без вмешательства государственных органов в их производственную и хозяйственно-финансовую деятельность, путем установления и корректировки общих правил поведения».

То есть регулирование предполагает деятельность уполномоченных органов по изданию регулирующих предписаний, а также контрольную деятельность за выполнением этих предписаний.

Деятельность органов государственного управления связана с практической реализацией принадлежащей народу власти, с практическим претворением в жизнь тех политических решений, которые опосредовано принимает российский народ (через институт выборов и представительства), с практической реализацией того видения государственного развития, которое выражает народ.

Особую роль в практической реализации принципов и целей государственного управления недропользованием играют органы исполнительной власти. Ст. 77 Конституции РФ представляет исполнительную власть как систему, состоящую из множества элементов, находящихся в особой взаимосвязи между собой. Так, на территории Российской Федерации как государства действуют центральные органы федеральной исполнительной власти, им подчинены органы исполнительной власти на местах (на уровне федеральных округов, субъектов Федерации, территориальных образований). В этом проявляется единая система и вертикаль исполнительной власти на территории страны. Если анализировать Конституцию РФ и федеральное законодательство,

можно найти различные названия для органов исполнительной власти: это – «федеральные органы исполнительной власти», «федеральные органы», «исполнительные органы», «органы государственной власти», «органы государственного управления» и т.д. [6].

Рассмотрим признаки, характеризующие систему государственного управления недропользованием в России [7].

1. Относительная самостоятельность органов государственного управления недропользованием в Российской Федерации. При этом данная самостоятельность характеризуется тем, что органы власти независимы в принимаемых ими решениях в рамках определенной законом компетенции. В то же время имеет место единство и взаимозависимость: например, деятельность органов исполнительной власти находится в тесном взаимодействии с законодательной и судебной ветвями власти: через органы исполнительной власти претворяются в жизнь принятые законы, а спорные ситуации (в рамках взаимоотношений между различными органами исполнительной власти или между органами власти и гражданами) разрешаются в судебных инстанциях. Контролируют деятельность органов исполнительной власти надзорные структуры (Прокуратура РФ), а координирующую роль в работе органов различных ветвей власти выполняет Президент РФ (Гарант Конституции). Такой механизм самостоятельности и взаимного контроля является гарантией того, что одна ветвь власти не будет подменять собой другую.

2. Органы государственного управления осуществляют практическую реализацию законов в общегосударственном масштабе. Для этого они используют отведенные им законом государственно-властные полномочия (другие полномочия реализуют законодательная и судебная власть). Поэтому можно говорить о том, что органы государственного управления осуществляют свою самостоятельность не только в функционально-компетентном аспекте, в связи с этим, она является особой

подсистемой единого механизма государственной власти. Важно отметить, что законодательство раскрывает полномочия и функции не исполнительной власти в целом, а конкретных ее элементов – субъектов, входящих в структуру исполнительной власти. Так, законом установлен правовой статус и полномочия конкретных органов исполнительной власти (правительства, министерств и ведомств), а эти субъекты уже реализуют полномочия государственной власти каждый на своем уровне компетенции.

3. Деятельность органов государственного управления имеет общегосударственный характер, т.е. данные органы действуют в масштабе всего государства. Так, центральные органы государственного управления власти проводят политику государства, принятые в государстве законы единообразно на всей территории страны через систему подконтрольных (подведомственных) им органов власти на местах. Несмотря на то, что принцип федерализма предполагает определенную самостоятельность субъектов в вопросах местного значения, федеральное законодательство через органы федеральной власти реализуется одинаково на всей территории страны. Таким образом, в общегосударственном характере деятельности органов власти проявляется их правоисполнительная (правоприменительная) функция.

4. Система государственного управления недропользованием реализуется не сама по себе, ее реализуют специальные субъекты, наделенные особой исполнительной компетенцией и полномочиями. Это является одним из принципов разделения властей, т.е. исполнительные органы наделены именно исполнительскими функциями, но никакими иными. Субъектами федеральной исполнительной власти являются центральные органы федеральной власти и органы исполнительной власти субъектов Федерации – все они образуют единый механизм осуществления исполнительной власти в стране.

5. Одним из принципов осуществления государственного управления в стране является федерализм. Принцип федерализма предполагает

разграничение полномочий между Федерацией и субъектами – в том числе и в работе органов власти.

Помимо вышеназванных характеристик важно отметить, что сфера компетенции органов государственного управления значительно шире, нежели простое выполнение административных функций. Цель государственного управления более широкая и состоит в осуществлении, практической реализации государственной политики в различных сферах жизни государства и общества.

Поскольку в распоряжении власти находятся все основные ресурсы общества (финансовые, административные, силовые, коммуникационные), можно говорить о том, что органы государственного управления обладают всем необходимым потенциалом для реализации властных решений и политики государства на территории страны.

Необходимо отметить, что аппарат государственного управления представляет из себя совокупность механизмов и принципов реализации государственной власти.

Механизм государственного управления находится под действием внутренних и внешних факторов. Так, важнейшими внутренними факторами, оказывающими постоянное влияние на систему государственного управления в стране, являются органы власти общей компетенции. К органам власти общей компетенции относят Правительство РФ, региональные правительства.

Другие органы государственного управления (как второстепенные звенья системы государственной власти) могут периодически видоизменяться – к примеру, государственные ведомства могут подвергаться слиянию, упразднению, появляться новые и т.д. Структурные подразделения государственных органов власти могут также подвергаться изменениям.

Также следует отметить, что бывают случаи, когда некоторые органы государственного управления упраздняются и на их основе возникают юридические лица иного статуса, но с государственным участием (например, государственные

концерны или госкорпорации). Необходимо иметь в виду, что эти субъекты не исключаются из системы государственного управления, но их воздействие на государственную жизнь становится опосредованным.

Государственные служащие также включаются в систему государственного управления. Сюда же можно отнести отраслевые, территориальные и другие звенья государственной системы.

Необходимо отметить, что органы государственного управления недропользованием, являясь юридическими лицами и самостоятельными участниками правовых отношений, не функционируют сами по себе. Работу органов власти обеспечивают должностные лица и государственные служащие, т.е. штат органов государственной власти. Таким образом, орган государственной власти – это организация, имеющая штат сотрудников (должностных лиц и служащих), штатное расписание, особую структуру (подразделения), а также здания, сооружения, технику, финансовые активы.

Исходя из того, что органы государственного управления представляют государственную власть и реализуют политику государства, то финансироваться их деятельность может исключительно из государственного бюджета (а также от форм деятельности, разрешенных законом). Денежное вознаграждение государственным служащим выплачивается также из государственного бюджета. Поэтому штатное расписание, организационная структура, размеры денежных окладов, расходы и выплаты – все это утверждается органом исполнительной власти, исходя из четких требований федеральных законов, под строгим контролем вышестоящих органов власти. Основополагающей задачей для специально уполномоченных органов следует считать осуществление государственного управления недропользованием [8].

Так, органы власти осуществляют государственное управление в сфере недропользования и реализуют предоставленный или переданный им объем регулирующих, исполнительных, управленческих и контрольных полномочий.

Государственное регулирование отношений недропользования осуществляется органами управления, к функциям которых можно отнести: государственную экспертизу запасов полезных ископаемых; государственный учет в сфере недропользования; государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых; прогнозирование и планирование недропользования; функция лицензирования пользования недрами; государственное регулирование налогообложения.

Делегирование государственным органам государственного управления в сфере недропользования не только правовых, но и моральных прав и санкций на организацию и проведение профессиональной деятельности по использованию властных полномочий предъявляет особые требования и налагает на сотрудников государственных органов высокую ответственность за соблюдение законности в рамках выполнения профессиональных и служебных обязанностей.

Т.е. знание и применение норм законодательства в области государственного управления недропользованием является одним из важнейших показателей профессионализма, правосознания и нравственного уровня государственных служащих. Поэтому так важно совершенствовать механизмы обеспечения и укрепления законности в сфере государственного управления.

Повышение правосознания и развитие механизмов обеспечения законности в работе публичных органов в сфере недропользования выступает важным фактором формирования как правопорядка, так и правовой культуры в обществе в целом. Действительно, неукоснительное соблюдение законности работниками сферы государственного управления существенно повышает эффективность деятельности государства по достижению правопорядка, безопасности и стабильности. В то же время со стороны общества растет доверие к органам власти, уважение к закону и общий уровень правосознания.

Законность предполагает:

- наличие реальных и обязательных гарантий прав и законных

интересов граждан. Недопущение любых проявлений произвола;

- строгое и обязательное соблюдение законов, решительное прекращение нарушений права, ответственность за правонарушение;
- осуществление всех государственных властных функций в соответствии с законом, а также подзаконность какой-либо социально значимой деятельности.

Необходимо отметить то, что для обеспечения гарантий законности особое место занимают правовая культура и правовое воспитание.

Итак, законность – это режим (состояние) соответствия общественных отношений законам и подзаконным нормативно-правовым актам государства, образующимся в результате их неукоснительного исполнения всеми субъектами права.

Социальная сущность законности – это согласование определенных реальных общественных отношений с их законодательными моделями, то есть распространение «господства» воли законодателя на всю территорию государства, на все общество [9].

Следствием законности является установление в общественной жизни правопорядка – режима (состояния) упорядоченности, организованности публичных отношений, формирующейся в условиях законности. Особое место в системе гарантий законности занимают юридические гарантии законности, что составляют предусмотренные законом специальные средства внедрения, охраны и в случае нарушения, восстановления законности. Законность – это многогранное явление, рассматриваемое как принцип формирования правового государства, как метод управления обществом, как режим точного исполнения закона.

Соблюдение принципа законности в сфере управления недропользованием, учитывая его принадлежность к сфере конституционных принципов функционирования государства, должно быть отправной точкой построения и непосредственной реализации правоотношений между любыми субъектами административного права [10].

Особое значение законность приобретает в сфере государственного управления, ведь это вид деятельности органов государства, имеющего исполнительный и распорядительный характер и состоящего в организующем воздействии на общественные отношения путем применения государственно-властных полномочий.

Сфера государственного управления, призванием которой является обеспечение всестороннего осуществления защиты прав и свобод граждан, требует строжайшего и придирчивого отношения к правонарушениям в сфере государственного управления. Особого внимания требует соблюдение законности в сфере государственного управления. Ведь руководители всех уровней и другие государственные служащие благодаря особенностям своего социального статуса и предоставленным государством полномочиям могут влиять на большое количество людей. В случае же противоправного использования должностными лицами предоставленных полномочий для получения материальных благ, услуг, льгот или других преимуществ имеет место нарушение прав и свобод других граждан.

Таким образом, можно утверждать, что одной из первоочередных гарантий соблюдения законности в сфере государственного управления недропользованием является высокий профессионализм должностных лиц органов государственного управления, их объективное и принципиальное поведение при исполнении функциональных обязанностей, приоритетность обеспечения прав и свобод граждан.

Данный аспект реализации принципа законности усложняется тем, что наиболее проблемные вопросы этики норм и правил поведения государственных служащих недостаточно урегулированы законодательно и подзаконными нормативно-правовыми актами.

Для поиска оптимальных путей укрепления законности в сфере государственного управления требуется детальное изучение причин и условий,

способствующих нарушению законности. Такими общими причинами и условиями являются недостатки и противоречивый характер нормативно-правовой базы в сфере государственного управления; несовершенство организационно-управленческих структур государственной системы; несоответствие между служебными функциями и обязанностями и правами работников; организационные недостатки в подборе, расстановке и воспитании кадров; неудовлетворительное материально-техническое обеспечение государственной службы; неудовлетворительный уровень стимулирования деятельности государственных служащих и тому подобное.

Для укрепления законности в сфере государственного управления важно систематизировать и объединить правовую базу, но и сразу же моделировать развитие и ход событий, соответствующие правоприменительные действия по каждой типовой ситуации, с которыми сталкиваются государственные служащие. Кроме того, выделение, объединение и систематизация правовых норм относительно функциональных особенностей служебной деятельности предоставят возможность принять меры по их лучшему усвоению, а главное – понимание и сознательность применения их на практике.

Осознание ответственности государственных служащих в аспекте правоприменительных действий и сознательное

**В Казахстане сосредоточено 30 % мировых запасов хромовой руды, 25 % – марганцевых руд, 10 % – железных руд. Запасы меди, свинца и цинка составляют 10 % и 13 % от мировых**

соблюдение правовых норм при непосредственном выполнении своей работы будет способствовать укреплению законности, будет понятно широкой общественности и позитивно будет оцениваться населением.

Таким образом, государственное регулирование недропользованием включает в себя всесторонний контроль за выполнением требований, содержащихся в нормах права, регулирующих

общественные отношения в сфере недропользования; координацию и установление общего направления деятельности участников отношений недропользования, путем осуществления различных задач и функций, установленных в законах.

### Анализ государственного управления недропользованием в Республике Казахстан

Необходимо отметить, что, поскольку в экономике Казахстана серьезное место занимает добыча и продажа на экспорт полезных ископаемых (действительно, РК располагает серьезной базой минеральных ресурсов и углеводородов), то важным направлением государственной политики РК является правовое регулирование недропользования. Согласно официальной статистике, «Казахстан занимает 12-е место в мире по объемам доказанных извлекаемых запасов нефти и 20-е место по запасам газа. В Казахстане сосредоточено 30 % мировых запасов хромовой руды, 25 % – марганцевых руд, 10 % – железных руд. Запасы меди, свинца и цинка составляют соответственно 10 % и 13 % от мировых» [11].

Базовым законом, регулирующим вопросы недропользования применительно ко всем полезным ископаемым, является Кодекс Республики Казахстан от 27 декабря 2017 года «О недрах и недропользовании» (далее –

Кодекс «О недрах»), сменивший Закон «О недрах» 2010 года и Закон «О нефти» 1995 года [12]. Конституция Казахстана закрепляет, что недра и другие природные ресурсы находятся в государственной собственности.

В отличие от земли, недра в границах территории государства не могут находиться в частной собственности, допускается лишь оборот прав пользования недрами, которые могут отчуждаться или

переходить от одного лица к другому в пределах и порядке, установленных законом [13].

Субъектами права недропользования выступают государство, физические и юридические лица. Недропользователи делятся на частных и недропользователей, государственных и негосударственных, национальных и иностранных недропользователей.

Правовые акты РК, связанные с недрами и недропользованием, основываются на следующих принципах:

**Казахстан занимает 12-е место в мире по объемам доказанных извлекаемых запасов нефти и 20-е место по запасам газа**

- рациональное (недопущение потерь), комплексное (без выбора добываемых полезных ископаемых, их максимальное освоение или оставление будущих НТП) и безопасное использование недр (привлечение специалистов со специальными знаниями, подготовкой; обеспечение спецодеждой; строгая отчетность и безопасная эксплуатация взрывчатых веществ; хранение технических документов и др.);
- обеспечение охраны недр и окружающей среды (охрана в естественном состоянии, геологическое изучение); охрана – обеспечение научной обоснованности данных операций, использование новых технологий;
- обеспечение сочетания республиканских и региональных интересов;
- обеспечение пополнения минерально-сырьевой базы;
- публичное проведение операций по недропользованию;
- платность недропользования;
- создание благоприятных условий для привлечения инвестиций в проведение операций по недропользованию.

Право недропользования в РК предполагает следующие аспекты: передача, вручение, а также путем перехода в порядке правопреемства.

Виды некоторых операций, связанных с недропользованием в зависимости от видов минеральных сырьевых ресурсов, можно классифицировать следующим образом:

- твердотельные, грунтовые воды, широко распространенные полезные ископаемые и разведка углеводородного сырья;
- твердотельные, грунтовые воды, широко распространенные полезные ископаемые и добыча углеводородного сырья;
- создание подземных сооружений для сохранения

минерально-сырьевых ресурсов строительство, например, нефть, газ, вода.

При этом в настоящее время в Кодекс «О недрах и недропользовании» [12] с учетом передового международного опыта внедрены новые методы и механизмы правового регулирования недропользования.

В частности, в Кодекс внесены следующие концептуальные изменения:

- Ввести лицензионный порядок, основанный на принципе «первым пришел – первым получит» по австралийской модели;
- Определение видов и классификации полезных ископаемых;
- Переход к международному порядку оценки фонда;
- Предоставление открытого доступа к геологической информации;
- Усиление правил по ликвидации последствий недропользования для обеспечения экологической безопасности.

Данные нововведения в законодательстве позволили отказаться от «инструктивного контроля» в сфере недропользования государства и перейти на принцип лояльности недропользователей. Ведется постоянный мониторинг законодательства

о недропользовании и совершенствование отдельных его норм.

При этом на сегодняшний день в рамках инициированных Правительством поправок ведется работа по внесению следующих изменений в действующее законодательство:

- регламентация процедуры утверждения, оптимизация сроков и обеспечение прозрачности государственной программы управления фондом недр (УМТО);
- освобождение недропользователей, расположенных в казахстанском секторе Каспийского и Аральского морей, от обязательств по поставке нефти для привлечения инвестора в капиталоемкие морские проекты недропользования и поддержания баланса интересов государства и инвесторов-поставщиков нефти на внутренний рынок;
- продление права недропользования национальных компаний на срок до 1 января 2026 года, позволяющее осуществлять привлечение крупных инвесторов по твердым полезным ископаемым, предусмотренным пунктом 8 статьи 278 Кодекса Республики Казахстан;
- передача функций по государственному контролю за проведением операций по разведке и добыче твердых полезных ископаемых от Министерства индустрии и инфраструктурного развития, за исключением операций по добыче урана и общераспространенных полезных ископаемых в ведение Министерства экологии, геологии и природных ресурсов;
- экономическая экспертиза проектно-сметной документации объектов, по которым за счет бюджетных средств осуществляется геологоразведка, во избежание неэффективного расходования бюджетных средств.

Право недропользования в РК – это право владения и пользования недрами, приобретенное недропользователем в соответствии с законом. Право недропользования предоставляется для ведения операций, указанных в Кодексе «О недрах», в пределах следующих сроков [12]:

- государственное геологическое изучение недр;
- разведка (на срок до 6 лет с возможным продлением на два года при осуществлении разведки на море);
- добыча (на срок до 25 лет, а для месторождений с крупными и уникальными запасами полезных ископаемых – до 45 лет, с возможным продлением);
- совмещенная разведка и добыча;
- строительство и (или) эксплуатация подземных сооружений, не связанных с разведкой и (или) добычей.

Право недропользования может быть постоянным или временным; отчуждаемым или неотчуждаемым; возмездным или безвозмездным. На праве постоянного и безвозмездного недропользования осуществляется добыча общераспространенных полезных ископаемых для собственных нужд собственника и владельцами земельных участков.

Все остальные виды операций по недропользованию осуществляются на основе временного и возмездного недропользования.

Право недропользования в РК может быть предоставлено казахстанским и иностранным физическим и юридическим лицам. При этом недропользователи должны являться субъектами предпринимательской деятельности (за исключением лиц, осуществляющих добычу общераспространенных полезных ископаемых и подземных вод для собственных нужд).

Основные обязанности недропользователей включают следующие:

- проводить операции по недропользованию в соответствии с контрактом и законодательством;
- обеспечивать безопасность жизни, здоровья человека и окружающей среды при проведении операций по недропользованию;
- использовать контрактную территорию только в целях, предусмотренных контрактом;
- соблюдать положения проектных документов и технологических схем на проведение операций по недропользованию;

- соблюдать требования в отношении местного содержания и другие.

Предоставление права недропользования означает наделение лица правом недропользования непосредственно государством путем заключения контракта.

В настоящее время в Казахстане большое внимание уделяется поддержке казахстанских

### Общая стоимость вложений в минерально-сырьевой комплекс за последние 12 лет оценивается в 86 миллиардов долларов

производителей, что находит свое отражение в положениях Кодекса «О недрах» и многих подзаконных актах. Обязательства по местному содержанию являются обязательными условиями контракта на недропользование и выражаются в конкретных количественных показателях. Кодекс «О недрах» содержит ряд положений, направленных на обеспечение рационального и комплексного использования недр, а также сохранение окружающей природной среды [12]. Усиленные экологические требования установлены при проведении нефтяных операций на Каспийском море. Экологические требования установлены Экологическим кодексом и рядом подзаконных актов, а также международными конвенциями в области охраны окружающей среды.

Современный период развития Казахстана характеризуется усилением функций государственного контроля и формированием обширной законодательной базы в сфере охраны окружающей среды. Правовая защита инвестиций, осуществляемых иностранными инвесторами в сфере недропользования в Казахстане, регулируется национальным и международным законодательством. В целом вопрос стабильности контрактов на недропользование остается особенно трудной и деликатной темой. Для определения политики государства в этой сфере достаточно провести анализ законодательства, регулирующего недра. Указ Президента РК,

имеющий силу закона, «О недрах и недропользовании», принятый в 1996 году (далее – Закон О недрах), закон «О нефти», принятый в 1995 году, Закон «О недрах» 2010 г., Кодекс РК «О недрах и недропользовании» своевременно исполнили позитивные роли и дали толчок развитию комплекса правоотношений, связанных с разведкой, производством, транспортировкой и переработкой недр. Также на отношения

повлияло развитие правовых институтов гражданского, налогового, административного, таможенного, экологического права. В результате правовые нормы, регулирующие сферу недропользования, сформировали единую и взаимосвязанную правовую систему. Однако данная правовая система в целом направлена на регулирование ресурсного аспекта отношений недропользования в рыночных условиях. Государственная политика по привлечению в страну крупных инвесторов, в том числе в энергетический сектор, берет свое начало с доклада первого президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева на Всемирном экономическом форуме в Давосе в далеком 1995 году. С момента обретения независимости нефтегазовая отрасль в стране выросла, укрепилась и, как следствие, становится локомотивом для развития всей экономики Казахстана.

Постепенно осуществлялись поэтапные рыночные реформы национальной экономики и сближение с мировым энергетическим сектором, что позволило достаточно уверенно преодолеть экономические кризисы двух предыдущих десятилетий. В первые годы суверенитета в стране не хватало средств, необходимых для использования имеющихся возможностей, и политика привлечения иностранных инвестиций доказала свою целесообразность. Общая стоимость вложений в минерально-сырьевой комплекс за последние 12 лет оценивается в 86 миллиардов

долларов. В соответствии с принятыми изменениями определена уникальная позиция в закупках и обязательство проводить ее только на территории Казахстана, предусматривая административное взыскание на нарушителей этих правил. Важным документом последнего времени является Концепция инновационно-индустриального развития Казахстана [14], принятая с целью создания условий для стимулирования конкурентоспособности обрабатывающей промышленности Казахстана на внутреннем и внешнем рынках с учетом обязательств страны в рамках членства в международных экономических организациях.

Стратегия направлена на достижение развития страны путем диверсификации отраслей экономики и перехода от сырьевого подхода к устойчивому развитию. Предлагается концепция, при которой результат оказания услуг сырьевого направления является переходом к технологическому развитию.

### В Республике Казахстан ключевой нефтеперерабатывающий комплекс полностью находится в ведении государства посредством компании «КазМунайГаз»

В Республике Казахстан ключевой нефтеперерабатывающий комплекс полностью находится в ведении государства через «КазМунайГаз» (97% принадлежит «Самрук-Казыне», Нацбанку и Минфину). Сейчас КМГ принадлежит 100%-ная доля в Атырауском и Павлодарском НПЗ, а также 50% – в Шымкентском НПЗ и 50% – в НПЗ Caspi Bitum. Аналитики отмечают, что в Концепции развития нефтеперерабатывающей отрасли Казахстана на 2024–2050 годы [15], разработанной Министерством энергетики совместно с заинтересованными государственными органами и компаниями, не планируется снижение участия государства через приватизацию и привлечение частных инвестиций в отрасль, что, в свою очередь, противоречит Указу Президента РК о либерализации экономики [16] и не отражает ключевые проблемы отрасли.

Правительство утвердило специальным постановлением Комплексный план развития нефтеперерабатывающих заводов [17], главной целью которого является обеспечение энергетической безопасности страны, то есть полное удовлетворение внутреннего спроса основными видами нефтяной продукции, а также повышение конкурентоспособности предприятий путем внедрения новых технологий и повышения эффективности промышленного потенциала государства.

Обзор аналитических материалов прошедшего 2024 года позволяет сделать вывод о том, что, с одной стороны, правительство РК декларирует необходимость экспорта не сырья, а продуктов переработки, заложенные объемы экспорта нефтепродуктов согласно Концепции [15] выглядят неудовлетворительно. Кроме этого, в будущем профиците нефтепродуктов на внутреннем рынке есть очень большие сомнения, поскольку в условиях низких цен на нефтепродукты

и нерентабельности нефтепереработчиков правительству будет очень трудно найти деньги для инвестиций в увеличение объемов и улучшение качества нефтепереработки [18]. Существует мнение, что правительство не сможет найти деньги на развитие нефтепереработки с учетом высокой доли участия государства в отрасли, проблем с госбюджетом и регулирования властями цен на нефть. Также диспаритет цен на нефтепродукты с Россией, Узбекистаном, Арменией и Кыргызстаном будет всегда приводить к нелегальному перетоку нефтепродуктов в эти страны, что будет только усиливать дефицит на внутреннем рынке, а для развития экспорта нефтепродуктов Казахстану необходимо устранить диспаритет цен между внутренним и внешними рынками. Аналитики уверены, что это «немедленно сделает нефтепереработку

рентабельной и привлекательной для частных инвестиций». Следующим шагом должна стать приватизация отрасли, что сподвигнет частных инвесторов без помощи государства искать финансирование для увеличения объемов и улучшения качества нефтепереработки, так как «это будет выгодным и прибыльным бизнесом» [18]. В рамках Евразийского экономического союза предпринимаются попытки со стороны Республики Казахстан организовать единый рынок нефтепродуктов для устранения диспаритета цен. Начать его работу планировалось в 2025 году, однако весной 2024 года стало известно, что его запуск переносится на 2027 год. Причиной этого стал «недостаточный уровень готовности разработанных проектов нормативно-правовых актов для полноценного принятия». В начале 2025 года были подведены некоторые итоги, в частности, Каспийский Трубопроводный Консорциум (КТК) сообщил о сокращении в 2024 году отгрузки нефти на морском терминале до 63 млн тонн с 63,474 млн тонн в 2023 году, или на 0,73%. При этом максимальные показатели отгрузки были получены за 2023 год. Основные месторождения – Тенгиз, Карачаганак и Кашаган загружают нефтепроводную систему Тенгиз – Новороссийск на 90% и российская нефть – еще на 10%. КТК приводит отчетность о поставках нефти с 2001 по 2024 год включительно на мировые рынки чуть более 950 миллионов тонн. Протяженность трубопровода Тенгиз – Новороссийск составляет 1511 км, по нему транспортируется почти две трети всей казахстанской нефти и российская нефть, добываемая на Каспийском море [19].

### Проблемы и вызовы государственной политики в сфере недропользования

Обозначая первую проблему, следует отметить, что в Кодексе РК «О недрах и недропользовании» прописываются основные функциональные характеристики уполномоченных и компетентных органов, осуществляющих исполнение отдельных сфер недропользования. Согласно Кодексу, недра в границах

территории РК, включая подземное пространство и содержащиеся в недрах полезные ископаемые, энергетические и иные ресурсы, являются государственной собственностью. Аналитики нефтегазового сектора, недропользователи и представители добывающих компаний РК называют роль государства в нефтяной отрасли «огромной» и отмечают, что необходима либерализация законодательства, при которой государство должно лишь ограничивать обеспечение свободной конкуренции и противодействием монополизации данного рынка.

Подобная концепция изложена в законодательстве о статусе недр и в Российской Федерации, но современное положение дел, ограничивающее деятельность по недропользованию введенными экономическими санкциями, наоборот, рождает в среде законодателей и регуляторов запрос на укрупнение имеющихся нефтедобывающих компаний и огосударствление данной отрасли.

В ряду других проблем организации государственной политики в сфере недропользования двух государств можно отметить следующие:

- государственным органами, отвечающими за управление недродобывающей отраслью, не уделяется должного внимания экологическим последствиям добычи ресурсов. Незаконная добыча и недостаточное контролирующее управление приводит к серьезным экологическим проблемам;
- существующий уровень коррупции в государственных органах управления отраслью, недостаточная прозрачность и эффективность принимаемых решений, что приводит к нерациональному использованию минерально-сырьевых ресурсов, несправедливому предоставлению лицензий на их добычу, падению государственных доходов;
- незаконное использования недр и несовершенство законодательства в сфере привлечения нарушителей к ответственности;
- зачастую государственные программы РК и РФ разработаны без должного обсуждения и согласования с заинтересованными сторонами,

включая местных жителей и экологические организации, что приводит к недовольству и конфликтам и усиливает социальное неравенство и напряженность. Принятый в 2001 году в РФ закон о территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера [20] не может в должной степени защитить уязвимые сообщества коренных народов этого региона от деятельности добывающих компаний, о чем свидетельствуют резонансные крупные аварии последних лет.

И, пожалуй, главная проблема ближайших десятилетий – переход мировой экономики на возобновляемые источники энергии и, как следствие, снижение потребления традиционных энергоресурсов. Отсутствие достаточных мер по развитию альтернативных отраслей и увеличению инвестиций в это направление экономики в России и РК может ставить под угрозу экономическое будущее двух государств.

Кроме этого, следует обратить внимание на необходимость научных исследований и разработок в области экологии и недропользования. Совместные исследовательские проекты, обмен знаниями и лучшими практиками между Казахстаном и Россией могут привести к более эффективным и устойчивым решениям.

Таким образом, сбалансирование экономических и экологических интересов в сфере недропользования – это сложная, но жизненно важная задача для Казахстана и России. Устойчивое развитие в этой области позволит обеим странам не только обеспечить энергетическую безопасность и стабильный экономический рост, но и сохранить природное наследие для будущих поколений. ●

**Литература**

1. Башмаков Г.С. Право пользования недрами в СССР / Академия наук СССР. Институт государства и права; Г.С. Башмаков. – М.: Наука, 1974. – С. 30.
2. Калинин И.Б. Правовое регулирование ресурсопользования. Томск: Изд-во Научно-технической литературы, 2001. – С. 10.
3. Закон Российской Федерации «О недрах» от 21.02.1992. № 2395-1 (последняя редакция) // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

4. Боголюбов С.А., Позднякова Е.А. Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды: Учебник и практикум. – М.: Юрайт. – 2016. – С. 266.
5. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г. с изм. от 01.07.2020, в ред. ФКЗ № 5, № 6, № 7, № 8 от 04.10.2022). // Российская газета. – 04.07.2020. – № 144.
6. Алехин А.П., Кармолицкий А.А., Козлов Ю. М. Административное право Российской Федерации / А.П. Алехин, А.А. Кармолицкий, Ю.М. Козлов. – М.: Статут, 2016. – 189 с.
7. Волкова Л.П. Компетенция органов исполнительной власти: понятие и условия установления // Административное право и процесс. – 2008. – № 5. – С. 5–9.
8. Егизаров В.А. Правовое регулирование природопользования, охраны окружающей среды и экологической безопасности // Журнал российского права. – 2014. – № 12 (216). – С. 35–41.
9. Морозова А.С. Конституционно-правовые основы организации недропользования // Российское государственное управление. 2014. № 1.
10. Атаманчук Г.В. Теория государственного управления. / Г.В. Атаманчук. – М.: Юрайт, 2017. – 223 с.
11. Ключевые отрасли Республики Казахстан // <https://www.gov.kz/memleket/entities/mfa-budapest/press/article/details/75520?lang=ru> (дата обращения: 15.01.2025).
12. Кодекс Республики Казахстан от 27 декабря 2017 года № 125-VI ЗРК «О недрах и недропользовании» (последняя редакция) // Справочно-правовая система «Адилет». – Режим доступа: [https://adilet.zan.kz/rus/docs/K950001000\\_](https://adilet.zan.kz/rus/docs/K950001000_), свободный (дата обращения: 15.01.2025).
13. Конституция Республики Казахстан (принята на республиканском референдуме 30 августа 1995 года) // Справочно-правовая система «Адилет». – Режим доступа: [https://adilet.zan.kz/rus/docs/K950001000\\_](https://adilet.zan.kz/rus/docs/K950001000_), свободный (дата обращения: 15.01.2025).
14. Концепция индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2020–2025 годы была утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от 20 декабря 2018 года № 846.
15. Об утверждении Концепции развития нефтеперерабатывающей отрасли Республики Казахстан на 2024–2050 годы / Проект. <https://legalacts.egov.kz/npa/view?id=15073735> (дата обращения: 15.01.2025).
16. Указ Президента Республики Казахстан от 8 мая 2024 года № 542 «О мерах по либерализации экономики».
17. «Об утверждении Комплексного плана по развитию крупнейших нефтегазовых и нефтегазохимических проектов на 2023–2027 годы». Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 ноября 2023 года № 1062.
18. В чем проблема концепции нефтеперерабатывающей отрасли <https://kz.kursiv.media/2024-06-17/ign-concept-oil-qazaqstan/> (дата обращения: 17.11.2024).
19. КТК сократил отгрузку нефти в 2024 году до 63 млн тонн <https://kz.kursiv.media/2025-01-14/zhnbtokoilyear/> (дата обращения: 15.01.2025).
20. Федеральный закон от 07.05.2001 г. № 49-ФЗ «О территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации».

**KEYWORDS:** *minerals, oil, gas, subsurface use, public administration, legislative and regulatory documents, Russian Federation, Republic of Kazakhstan, Eurasian Economic Union (EAEU).*

# КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ

## 2–4 апреля

Северо-каспийская региональная выставка

## Atyrau Oil & Gas 2025

Казахстан, Атырау

## 8–10 апреля

Выставка газовой промышленности

## EXPO-GAS 2025

Польша, Кельце, Kielce Fairground

## 23–25 апреля

Международная выставка лабораторного оборудования и химических реактивов

## Аналитика Экспо 2025

Москва, МВЦ «Крокус Экспо»

## АПРЕЛЬ

П	7	14	21	28	
В	1	8	15	22	29
С	2	9	16	23	30
Ч	3	10	17	24	
П	4	11	18	25	
С	5	12	19	26	
В	6	13	20	27	

## 14–17 апреля

Международная выставка оборудования и технологий для нефтегазового комплекса

## Нефтегаз 2025

Москва, ЦБК «Экспоцентр»

## 24–26 апреля

Международная выставка нефти и газа

## Petroleum Istanbul 2025

Турция, Стамбул

# ИИ В СИСТЕМАХ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

## В арктических перевозках судами смешанного типа плавания

АВТОРЫ РАССМАТРИВАЮТ ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ АРКТИЧЕСКИХ ПЕРЕВОЗКАХ СУДАМИ СМЕШАННОГО ТИПА «РЕКА-МОРЕ» НА ОСНОВЕ ВХОДНОГО НАБОРА ДАННЫХ, И ПРЕДЛАГАЮТ МОДЕЛИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ. В СТАТЬЕ ПРИВЕДЕНА КЛАССИФИКАЦИЯ ВХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ, ВЫЯВЛЕНЫ ПРОБЛЕМЫ В ДАННЫХ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ И ПРЕДЛОЖЕНЫ ВАРИАНТЫ РЕШЕНИЯ ЭТИХ ПРОБЛЕМ

*THE ARTICLE CONSIDERS APPROACHES AND METHODS OF MACHINE LEARNING FOR FORECASTING THE PROBABILITY OF VARIOUS TYPES OF EMERGENCY SITUATIONS ARISING DURING ARCTIC TRANSPORTATION BY MIXED RIVER-SEA VESSELS BASED ON THE INPUT DATA SET, AND PROPOSES MODELS FOR SOLVING THE PROBLEMS OF FORECASTING EMERGENCY SITUATIONS IN THE NORTHERN SEA ROUTE. THE CLASSIFICATION OF INPUT DATA FOR MACHINE LEARNING ALGORITHMS WAS DEMONSTRATED, PROBLEMS IN THE DATA AND THEIR CHARACTERISTICS WERE IDENTIFIED, AND OPTIONS FOR SOLVING THESE PROBLEMS WERE PROPOSED*

Ключевые слова: Арктика, машинное обучение, река-море, прогнозирование, алгоритмы, Северный морской путь.

### Митько Арсений Валерьевич

президент, Арктическая общественная академия наук, Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева, Северо-Западный институт управления РАНХ и ГС, Санкт-Петербургский государственный университет, доцент, к.т.н.

### Ерофеевский Даниил Владимирович

Санкт-Петербургский государственный университет, магистрант

УДК 331.5; 004

В условиях стремительно меняющегося климата, когда арктические льды начинают таять, все большее внимание уделяется развитию судоходства в высоких широтах, в том числе по трассам Северного морского пути. Одновременно растет потребность в эффективных системах обеспечения безопасности как экипажа и грузов, так и окружающей среды. Традиционные меры предосторожности, основанные на метеорологических прогнозах и опыте навигации в сложных условиях, не всегда достаточны. В последние годы все чаще применяются технологии искусственного интеллекта для анализа больших массивов данных и своевременного выявления потенциальных угроз. Одной из наиболее востребованных областей применения ИИ становятся системы раннего предупреждения для судов смешанного типа плавания, которые могут работать как в речных, так и в морских условиях Арктики. В рамках «северного завоза» по рекам доставляются самые разные типы грузов – продукты питания, строительные материалы, топливно-энергетическая продукция, насыпные грузы и прочие [1, 2].

Будущее арктического судоходства зависит от понимания рисков и инцидентов. Подход и методы машинного обучения используют данные об инцидентах и природных условиях для прогнозирования и выявления рисков. Предлагаемый подход начинается с разведочного анализа данных для выявления закономерностей в исторических данных об инцидентах и условиях окружающей среды. Результаты разведочного анализа используются для выбора входных признаков, кластеризации записей об инцидентах по маршрутам и слиянии классов инцидентов во время подготовки данных для ввода в модели машинного обучения. Затем исследуются несколько моделей машинного обучения для многоклассовой классификации на основе таких показателей, как точность, достоверность, F-1 в случае разбалансировки классов, сосредоточив внимание на точности положительных прогнозов и фактически положительных записей. Наиболее эффективная модель определяется путем сравнения этих показателей. Наконец, выходные данные машинного обучения анализируются с использованием графиков важности признаков

и частичной зависимости для исследования взаимосвязи между признаками и типом инцидентов и выявления факторов риска, которые влияют на возникновение различных типов инцидентов. Это, в свою очередь, может информировать о стратегических решениях, которые помогают повысить безопасность навигации в Арктике для судов смешанного типа «река-море».

В целях применения технологий ИИ и машинного обучения в оценке и прогнозировании рисков возникновения ЧС необходимо учитывать факторы аварийности и опираться на следующие виды анализа ее вероятности, а именно:

- Анализ факторов аварийности – понимание причинных факторов, связанных с возникновением аварий.
- Анализ вероятности аварийности – прогнозирование вероятности или частоты возникновения аварий.
- Анализ тяжести аварийности – прогнозирование последствий или результатов возникновения аварий.
- Анализ описания аварийности – интерпретация текстовых данных для лучшего понимания типов аварий или причинных факторов.

Возможности алгоритмов машинного обучения в некоторой степени зависят от доступности соответствующих наборов данных, которые описывают вероятность или последствия аварий. Было выявлено восемь основных источников данных:

- Базы данных аварий – использование табличных данных, состоящих из деталей инцидента, таких как тип, время, местоположение, суда и причины аварий.
- Данные о движении судов – позиции судов из различных источников, из таких как автоматические идентификационные системы, радар или синтетические данные.
- Данные инспекций – сведения о результатах инспекций портового или государственного контроля флага, которые включают сведения о недостатках или задержаниях этого судна.
- Список судов/проектов – сведения о судовом флоте, такие как характеристики или проекты судов.
- Экспертное заключение – использование информации, полученной от опытных

штурманов, экспертов в области навигации, из анкет или интервью.

- Текстовые данные – использование неструктурированных текстовых данных, таких как навигационные и метеорологические данные или описания аварий.
- Данные симулятора – использование выходных данных симулятора полного мостика, используемых для тестирования определенных сценариев.
- Измерения на месте – данные, полученные с бортовых датчиков на месте, таких как акселерометры или датчики давления, данные с датчиков оборудования и устройств для ликвидации последствий ЧС.

Из имеющихся наборов данных, указанных выше, проводится анализ того, какие характеристики были включены в качестве независимых или зависимых переменных в различные исследования. Более 25 различных характеристик, которые сгруппированы в пять категорий:

- Данные о судне, включая размер судна, возраст, осадка, грузоподъемность, тип.
- Управление судном, включая государство флага, классификационное общество, национальность, компанию и строителя.
- Данные о рейсе, включая местоположение, дату и время суток, глубину воды, расстояние от берега, уровень трафика, поведение судна и скорость.
- Метеорологические и океанологические условия, включая сезон, ветер, волны, лед, осадки, видимость, давление, температуру и течение и др.
- История инцидентов, включая историю проверок, недостатки, задержания, страховые иски, последствия аварий и подробности аварий.

### Ограничения в наборах данных

Данные об инцидентах могут быть ненадежны или занижены, что подрывает статистический анализ, особенно учитывая незначительные аварии. В результате обученные модели будут иметь внутреннюю предвзятость в отношении прогнозирования аварийных ситуаций. Аналогичным образом в базах данных аварий присутствуют проблемы с качеством, такие

как отсутствующие поля или неправильное позиционирование. Чтобы не допустить искажения в прогнозах разработанных моделей, эти ограничения необходимо устранить. В этом случае решение автоматического обеспечения качества данных лежит в применении алгоритмов обработки естественного языка. Вторым ключевым ограничением данных об авариях является им присущее нечастое возникновение, что ограничивает возможности обучения многих алгоритмов и подрывает репрезентативность данных обучения. В новых изучаемых средах, например, на территориях, где происходит изменение маршрутов судов, модели, связанные с историческими данными и прогнозами, могут стать недействительными. В таких условиях вероятностные или случайные сети могут быть более подходящими, чем использование данных об авариях. Кроме того, из-за нечастого возникновения аварий сбор достаточной информации может потребовать сопоставления данных об авариях за несколько лет. В течение этого периода условия, технологии и поведение судов, которые привели к этим авариям, меняются, следовательно, репрезентативность данных обучения для будущих прогнозов становится менее сильной. Результаты инспекции и осмотра судов, скорее всего, предскажут только подмножество

**Логистическая регрессия популярна благодаря своей простоте и эффективности, ее применяют для оценки аварий различных типов судов и инцидентов, связанных с погодой. Однако из-за линейной природы своей функции она не может решать сложные нелинейные задачи принятия решений и требует настройки**

потенциальных опасностей. Навигационные происшествия, такие как столкновения и посадки на мель, имеют пространственно-временные причинные факторы, которые нельзя оценить только по данным инспекций. Эксперты могут маркировать относительный риск инцидента в различных ситуациях для того или иного судна. И эти метки станут целевыми признаками для разработки модели машинного обучения. Ручная маркировка также требует больших временных затрат, и поэтому

может оказаться невозможным собрать достаточно маркированных данных от морских специалистов. Кроме того, экспертное суждение субъективно и может быть подвержено предубеждениям, которые могут повлиять на точность прогнозирования. Данные о судне могут быть неполными, так как не учитывают поведение судна и внешние факторы, влияющие на навигацию. Необходимы детализированные данные о движении судов и радарные данные. Чтобы избежать ошибок, которые повлияют на результаты, делая их неоптимальными или вводящими в заблуждение, и оптимально использовать наборы данных, важно создать общий алгоритм их предварительной обработки и проверки.

## Выбор и разработка модели

Основным преимуществом использования методов машинного обучения является возможность интегрировать многочисленные наборы данных, тем самым повышая точность прогнозирования. Логистическая регрессия, как тип обобщенной линейной модели, использует сигмоидальную функцию для прогноза вероятностей. Она популярна из-за своей простоты и эффективности и применяется для базовых прогнозов, таких как оценка аварий различных типов судов и инцидентов, связанных с погодой.

Одним из ее преимуществ является легкость в оценке влияния каждой переменной на зависимую переменную, что улучшает интерпретируемость. Однако она не может решать сложные нелинейные задачи из-за линейной природы своей функции принятия решений и требует некоторой настройки. Искусственные нейронные сети (ANN) имитируют организацию биологических нейронных сетей. Они стали популярны благодаря алгоритму обратного распространения ошибки

для обучения многослойных перцептронов. ANN состоят из входных слоев, скрытых слоев и выходного слоя и обучаются с помощью градиентного спуска для минимизации функции стоимости. Преимущество ANN заключается в их способности изучать сложные нелинейные отношения, что способствует высокой производительности. CNN (сверточная нейронная сеть) – это особая форма ANN, используемая для сложных задач классификации, особенно с использованием изображений. В одном из исследований была предпринята попытка использовать этот подход для оценки риска столкновений по фотографиям дорожного движения, которому ранее была присвоена оценка риска группой экспертов [9]. Рекуррентные нейронные сети (RNN) расширяют ANN с помощью циклов, так что предыдущие выходные данные могут использоваться в качестве входных данных, что делает их особенно полезными в данных временных рядов и областях обработки естественного языка. Сети с долговременной краткосрочной памятью (LSTM) – это популярная форма RNN, которая решает проблемы долгосрочной зависимости RNN, обеспечивая лучшее сохранение информации в течение длительных периодов времени через шлюзы использования. Например, LSTM можно внедрить для прогнозирования будущего риска столкновений на основе путей движения судов или для прогнозирования тенденций в количестве аварий.

Проблема нейронных сетей заключается в их сложности, что может привести к длительному времени разработки, переобучению, плохим обобщениям и низкой интерпретируемости. Кроме того, для обучения им часто требуются значительные наборы данных, что может быть невозможно в случае редких событий, таких как морские аварии. Метод опорных векторов (SVM) может выполнять линейную и нелинейную классификацию, строя гиперплоскость или набор гиперплоскостей в многомерном пространстве, чтобы максимизировать разницу между тренировочными данными, и стала популярной благодаря своей возможности классификации. Однако SVM не обладают собственной способностью

определять, насколько различные признаки влияют на прогнозирование аварий, что может ограничить их применение в исследованиях риска чрезвычайных ситуаций. Методы SVM, кластеризация на основе плотности и RNN помогут в прогнозировании риска столкновений [9]. Однако учет динамических данных вызывает вычислительные сложности, особенно из-за дисбаланса классов и редкости аварий. Дерево решений – это непараметрический метод обучения, предсказывающий целевую переменную через правила принятия решений на основе характеристик данных. Этот метод прост и прозрачен и может вычислять важность каждой характеристики для прогнозов. Однако деревья решений часто не достигают высокой точности из-за трудностей с непрерывными и категориальными переменными и склонны к переобучению. Ансамблевые методы, такие как случайные леса и XGBoost, улучшают стабильность и точность, используя бэггинг и случайное подпространство для разнообразия деревьев и снижения дисперсии, что помогает избежать переобучения. Случайные леса (Random Forest) широко популярны и доступны на многочисленных языках, а также обладают такими неотъемлемыми свойствами, как скорость обучения и надежность при использовании многомерных и несбалансированных наборов данных. Однако дерево решений редко достигает высокой точности, отчасти из-за методологических недостатков при использовании смеси непрерывных и категориальных переменных.

Деревья решений склонны к переобучению, но ансамбль деревьев решений, таких как случайные леса или XGBoost, может привести к более точным прогнозам. Алгоритмы случайных лесов достигли второго по величине показателя точности (96%) для прогнозирования аварий судов [4]. XGBoost еще больше расширяет обучение на основе деревьев посредством усиления и градиентного спуска, так что новые модели итеративно обучаются на остаточных ошибках предыдущих моделей. В результате этот метод достигает одной из самых высоких прогностических точностей в сравнительных исследованиях [4]. Утверждается, что XGBoost более точен, более масштабируем для больших наборов данных

и высокоэффективен и, как прогнозируется, станет одним из наиболее широко применяемых методов в науке о данных.

## Проблемы дисбаланса классов

Морские аварии – редкие и представляют вызов для моделирования из-за дисбаланса классов. Существующие ИИ-разработки в судоходстве полезны, но подвержены предвзятости и имеют ограничения, затрудняющие их обобщение для анализа

**Метод SMOTE повышает общую точность прогнозов с 97,8 до 99,3% за счет сокращения числа ложноотрицательных результатов**

будущих чрезвычайных ситуаций. Большинство алгоритмов машинного обучения предполагают сбалансированное распределение данных, поэтому их эффективность может снижаться. Проблему дисбаланса можно решить либо балансировкой данных, либо использованием алгоритмов, учитывающих вес классов. Метод SMOTE (Synthetic Minority Oversampling Technique) помогает в этом, создавая искусственные данные для меньшинств, увеличивая долю положительных классов. Применение SMOTE повысило общую точность прогнозов с 97,8 до 99,3% за счет сокращения числа ложноотрицательных результатов [10].

Природа дисбаланса классов затрудняет оценку результатов моделей машинного обучения. Из-за дисбаланса используют альтернативные метрики, такие как «матрица путаницы», F1-оценка и кривая ошибок (ROC).

«Матрица путаницы» помогает оценить полноту и точность классификации, а F1-оценка объединяет их для общей точности модели. Кривая ROC показывает баланс между полнотой и ложноположительными результатами, сравнивая классификаторы через AUC, где идеальный – 1, а случайный – 0,5. Оценить точность прогнозов на основе редких событий сложно, даже с тестовыми и обучающими данными. Это усложняет оценку методов машинного обучения по сравнению с традиционными подходами в предсказании

морских аварий. Алгоритмы могут предсказывать вероятности классов, что интерпретируется как относительная вероятность аварий и оценка риска.

Однако из-за присущего классам дисбаланса и использования стратегий повторной выборки эта вероятность не калибруется и будет генерировать более высокие вероятности для большинства классов. Хотя существуют методы исправления дисбаланса классов, во многих случаях может быть недостаточно данных для калибровки результатов.

Поэтому может быть желателен безразмерный вывод, такой как индекс безопасности судна или качественные уровни риска. Это позволяет провести некоторую границу между риском различных сценариев, но не имеет количественных метрик вероятности или последствий.

## Заключение

Использование технологий ИИ в сфере безопасности и модели прогнозирования рисков растет, но его применение в морской области ограничено. Машинное обучение и большие данные могут улучшить понимание вероятностей и последствий аварий с точностью свыше 90% [4]. Эти методы позволяют создавать сложные и масштабируемые модели, преодолевающие ограничения традиционных подходов. Машинное обучение может повысить безопасность судов, предоставляя точные инструменты для оценки рисков в реальном времени в транспортно-логистической системе Северного морского пути. В работе также выделены аспекты, требующие дальнейшего исследования, которые актуальны не только для морского транспорта, но и для других транспортных процессов. Прогнозировать аварийные ситуации непростой из-за сложной связи со случайными факторами. Машинное обучение подходит для таких задач, так как не требует априорных предположений и справляется с нелинейными, многомерными данными, характерными для морской

безопасности, особенно для судов смешанного типа «река-море». Однако человеческий фактор может ограничивать его возможности. В отличие от этого, прогнозирование расхода топлива, связанное с изученным механическим процессом и доступными данными, может быть более точным, достигая точности свыше 99,99%. Такой уровень точности маловероятен в прогнозировании аварий. Для их улучшения моделей нужно включать пространственно-временные данные (погода, батиметрия, поведение судна) и учитывать человеческой фактор, который сложно количественно оценить, но он важен, так как является причиной многих аварийных ЧС. Мы продемонстрировали разнообразие данных для моделей прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Машинное обучение может преодолеть предвзятость экспертов в оценках риска, что улучшает точность и снижает затраты. Эти методы могут воспроизводить экспертные оценки. Это открывает возможности для автоматизированных инструментов поддержки принятия решений для

обеспечения безопасности судов в реальном времени на основе опыта морских специалистов, но, в свою очередь, требует большого набора данных. Модели машинного обучения критикуются за недостаточную прозрачность и интерпретируемость. Однако с учетом небольшой эффективности логистической регрессии, ее применению уделяется внимание благодаря хорошей интерпретируемости [4]. Несмотря на преимущественно машинного обучения, пока мало доказательств, что оно превосходит традиционные модели прогнозирования рисков на море. ●

**Литература**

1. Антипов Е.О., Тутыгин А.Г., Коробов В.Б. Проблемы осуществления транспортировки грузов Арктической зоне РФ морским путем // Управленческое консультирование. 2017. № 11 (107). С. 72–79. [Antipov E.O., Tutygin A.G., Korobov V.B. Problems of cargo transportation in the Arctic zone of the Russian Federation by sea // Managerial consulting. 2017. № 11 (107). Pp. 72–79. (In Russ.)].
2. Полешкина И.О. Оценка эффективности продовольственного обеспечения районов Крайнего Севера России // Экономика региона. 2018. Т. 14. Вып. 3. С. 820–835. [Poleshkina I.O. Evaluation of the effectiveness of food supply in the regions of the Far North of Russia // The economy of the region. 2018. Vol. 14. Iss. 3. Pp. 820–835. (In Russ.)].
3. Fan S., Blanco-Davis E., Yang Z., Zhang J., Yan X. Incorporation of human factors into maritime accident

analysis using a data-driven Bayesian network. Reliab Eng Syst Saf 2020;203:107070.

4. Jin M., Shi W., Yuen K., Xiao Y., & Li K. (2019). Oil tanker risks on the marine environment: An empirical study and policy implications. Marine Policy, 108. doi:10.1016/j.marpol.2019.103655.
5. Rezaee, S., Pelot, R., & Finnis, J. (2016). The effect of extratropical cyclone weather conditions on fishing vessel incidents' severity level in Atlantic Canada. Safety Science, 85, 33–40. doi:10.1016/j.ssci.2015.12.006.
6. Rezaee, S., Pelot, R., & Ghasemi, A. (2016). The effect of extreme weather conditions on commercial fishing activities and vessel incidents in Atlantic Canada. Ocean and Coastal Management, 130, 115–127. doi:10.1016/j.ocecoaman.2016.05.011.
7. Heij, C., & Knapp, S. (2018). Predictive power of inspection outcomes for future shipping accidents: An empirical appraisal with special attention for human factor aspects. Maritime Policy and Management, 45(5), 604–621. doi:10.1080/03088839.2018.1440441.
8. Knapp, S., Kumar, S., Sakurada, Y., & Shen, J. (2011). Econometric analysis of the changing effects in wind strength and significant wave height on the probability of casualty in shipping. Accident Analysis and Prevention, 43, 1252–1266. doi:10.1016/j.aap.2011.01.008.
9. Zhang, W., Feng, X., Goerlandt, F., & Liu, Q. (2020). Towards a convolutional neural network model for classifying regional ship collision risk levels for waterway risk analysis. Reliability Engineering and System Safety, 204. doi:10.1016/j.res.2020.107127.
10. He, J., Hao, Y., & Wang, X. (2021). An interpretable aid decision-making model for flag state control ship detention based on SMOTE and XGBoost. Journal of Marine Science and Technology, 9, 2. doi:10.3390/jmse9020156.

**KEYWORDS:** Arctic, machine learning, river-sea, forecasting, algorithms, Northern Sea Route.

**ЕВРОПА НЕ ОТКАЖЕТСЯ ОТ РОССИЙСКИХ УДОБРЕНИЙ**



Низкая урожайность и зависимость от искусственных удобрений угрожают продовольственной безопасности Европы. Один из главных поставщиков удобрений в ЕС – Россия, которая также контролирует часть поставок природного газа – важнейшего сырья для их производства. В 2021 г. Москва ввела квоты на экспорт азотных удобрений. После февраля 2022 года выросли цены на газ и, соответственно, на удобрения,

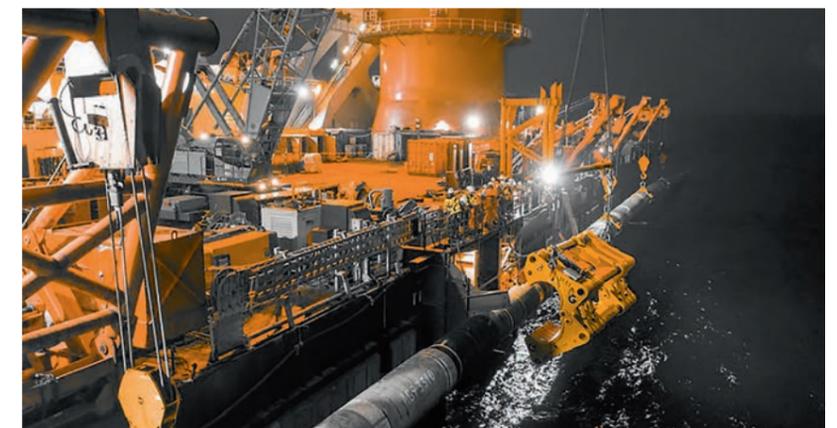


с октября 2023 года Россия ввела экспортные 10-процентные пошлины на удобрения. Европейский Союз решил не вводить санкции на сельскохозяйственную продукцию, поскольку это поставило бы под угрозу продовольственную безопасность в мире. У ЕС есть возможность не закупать удобрения в России и ограничить их импорт, чего Чешская Республика не сделала. Напротив, импорт удобрений значительно вырос из-за их низкой стоимости. Агротехнические предприятия ЕС лоббируют долгосрочные санкции против российских и белорусских удобрений, объясняя это тем, что продолжение импорта угрожает европейскому производству удобрений.

**ЧЕРНЫЙ РЫНОК НЕФТИ ПРОДОЛЖИТ ПРОЦВЕТАТЬ**



Контрабанда нефти – дело непростое, но настолько прибыльное, что любые репрезы лишь слегка замедляют его.



Санкции Запада не мешают трем ведущим экспортерам России, Ирану и Венесуэле качать до 16 млн барр в сутки, а это миллиард долларов в день. Сомнительно, что последний виток санкций вкуче с обещанием закрутить гайки остановит незаконную торговлю. Суммы на кону настолько велики, что все участники рынка крайне заинтересованы в поиске альтернативных маршрутов, уловок и лазеек. Не помогает делу и то, что не все считают российской, иранскую и венесуэльскую нефть «запрещенной». Для Китая, Индии и других развивающихся стран эти баррели ничуть не хуже остальных. Россия оказалась под санкциями, но западные политики озабочены скорее тем, чтобы нефть не дорожала, а не тем, чтобы пресечь ее экспорт. Кремлю приходится продавать нефть по более низким ценам и больше раскошелиться за ее транспортировку, часть продукции пока не нашла конечного покупателя, но в целом нефть продолжает поступать на рынок.



Это политический провал, пока западные правительства отказываются платить больше за нефть, чтобы вывести из игры черный рынок, Россия, Иран и Венесуэла будут продавать свои баррели как ни в чем не бывало.

**СНОВА ЗАПУСТИМ «СЕВЕРНЫЙ ПОТОК»: В ЕВРОПЕ СОСКУЧИЛИСЬ ПО РОССИЙСКОМУ ГАЗУ**



Могут ли со временем вновь заработать подводные газопроводы «Газпрома» «Северный поток»? Энергетическое агентство Дании разрешило оператору трубопроводов Nord Stream 2 AG – начать работы по закрытию и герметизации разорванных концов трех разрушенных трубопроводов. Это станет первым шагом к восстановлению газовой ветки, которая обеспечивала до 40% потребностей Германии в газе. Перспектива нормализации отношений с Москвой после прекращения огня на Украине и возвращение Германии к стратегической зависимости от российского газа вызывает оцепенение у некоторых членов ЕС. Польский президент А. Дуда предупредил, что такие страны как Германия «не должны поддаваться искушению» и возобновлять поставки из России. В Европе все громче звучат голоса тех, кто требует начать прокачку газа по уцелевшей ветке «Северного потока-2». Это позволило бы моментально распрощаться с энергетическим кризисом. Но антироссийски настроенные политики категорически против. Предстоящие дебаты о возобновлении зависимости Европы от «Газпрома» будут эмоциональными, но возможность снова открыть газовые краны – это просто технический факт. Вопрос в том, смогут ли будущие политические руководители устоять перед этим искушением. ●

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ АРКТИЧЕСКИЙ САММИТ**  
**«АРКТИКА: ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ И РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ»**

**САММИТ АРКТИКА 2025**

22-23 АПРЕЛЯ 2025 **МОСКВА**  
 24-25 АПРЕЛЯ 2025 **САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**

www.arctic-summit.ru  
 www.arctic-as.ru

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ разработки месторождений углеводородов

В СТАТЬЕ РАССМОТРЕНА УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РАЗРАБОТКИ НЕФТЕГАЗОВЫХ И ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. ПРЕДСТАВЛЕНЫ НОРМАТИВЫ ДЛЯ РАСЧЕТА КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ ПО НЕФТЕГАЗОВЫМ И ГАЗОКОНДЕНСАТНЫМ МЕСТОРОЖДЕНИЯМ, А ТАКЖЕ РАССМОТРЕНЫ НАЛОГОВЫЕ РЕЖИМЫ В НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ РФ И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОМПЛЕКСНОЙ МЕТОДИКЕ

*THE ARTICLE CONSIDERS AN IMPROVED COMPLEX METHODOLOGY FOR TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THE DEVELOPMENT OF OIL AND GAS AND GAS CONDENSATE FIELDS. STANDARDS FOR CALCULATING CAPITAL INVESTMENTS AND OPERATING COSTS FOR OIL AND GAS AND GAS CONDENSATE FIELDS ARE PRESENTED. TAX REGIMES IN SUBSOIL USE IN THE RUSSIAN FEDERATION AND THE FEATURES OF ITS USE IN THE COMPLEX METHODOLOGY ARE CONSIDERED AS WELL*

**Ключевые слова:** месторождения углеводородов, методы технико-экономической оценки эффективности разработки месторождений, капитальные вложения, удельные нормативы капитальных затрат, удельные нормы затрат для расчета эксплуатационных расходов, налоговые режимы.

**Богаткина Юлия Геннадьевна**

ведущий научный сотрудник, к.т.н.

**Сарданашвили Ольга Николаевна**

Заведующая лабораторией, старший научный сотрудник, к.т.н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки, Институт проблем нефти и газа Российской Академии Наук (ИПНГ РАН)

Нефтегазовая промышленность одна из основных отраслей топливно-энергетического комплекса России. В РФ сосредоточены большие запасы углеводородов в различных нефтегазодобывающих районах. Основная доля извлекаемых запасов углеводородов в основном приходится на крупные месторождения, разработка которых дает высокий доход при их эксплуатации. Это является основой для экономической стабильности при формировании российского бюджета на долгую перспективу и устойчивого экономического роста нашей страны.

В 2019 году в России была проведена инвентаризация запасов углеводородов по многим месторождениям с текущими запасами свыше 5 млн т нефтяного сырья с учетом мировых и внутренних цен на углеводороды в текущих налоговых условиях. По результатам инвентаризации были приняты решения о регулярном дальнейшем проведении данного мероприятия. Изменение сроков инвентаризации в значительной мере будет зависеть от совершенствования экономического инструментария по оценке освоения месторождений в условиях меняющейся экономической среды.

Совершенствование методов технико-экономической оценки разработки месторождений

УДК: 004.330.322.622.276

ТАБЛИЦА 1. Технологические показатели для проведения технико-экономической оценки вариантов разработки нефтегазовых и газоконденсатных месторождений

Технологические показатели	Единица измерения
Добыча нефти	тыс. т
Добыча жидкости	тыс. т
Добыча газа	млн м <sup>3</sup>
Добыча конденсата	тыс. т
Ввод новых нефтяных добывающих скважин	шт.
Ввод нефтяных нагнетательных скважин	шт.
Ввод новых газовых добывающих скважин	шт.
Ввод боковых стволов для нефтяных скважин	шт.
Ввод боковых стволов для газовых скважин	шт.
Фонд добывающих скважин на конец года	шт.
Фонд нагнетательных скважин на конец года	шт.
Фонд добывающих газовых скважин на конец года	шт.
Закачка рабочего агента для нефтяных месторождений	тыс. м <sup>3</sup>
Закачка рабочего агента для газоконденсатных месторождений	тыс. м <sup>3</sup>

углеводородов необходимо для учета новых технологических и технико-экономических факторов освоения месторождений, а также применения разных налоговых режимов. Применение этих методов позволит недропользователям проводить комплексную технико-экономическую оценку разработки, как новых месторождений, так и переоценку старых, находящихся на поздних стадиях разработки. В связи с этим актуальной проблемой является создание экономико-методического и информационного инструментария, позволяющего оперативно оценивать эффективность добычи углеводородов.

В 2023 году утверждены Временные методические рекомендации подготовки технических проектов разработки месторождений углеводородного сырья в части экономической оценки вариантов разработки [1], в котором изложены методические основы по технико-экономической оценке разработки различных месторождений нефти и газа. На основе этого документа была усовершенствована комплексная методика технико-экономической оценки разработки месторождений углеводородного сырья, которая ранее была разработана в ИПНГ РАН [2–4]. Основное внимание в методике уделено рассмотрению основных

направлений капитальных и эксплуатационных затрат, как для нефтегазовых, так и газоконденсатных месторождений.

Методика основана на методе доходного подхода и предназначена для определения затрат и экономического эффекта при технико-экономическом обосновании инвестиционных проектов для различных этапов разработки месторождений углеводородов. Отметим, что доходный подход включает в себя метод дисконтирования денежных потоков от реализации углеводородного сырья. Экономической оценке подлежат новые месторождения, для которых разрабатываются технологические схемы, а также старые месторождения, для которых составляются проекты доработки.

К затратной части доходного подхода относятся капитальные вложения по различным направлениям и эксплуатационные затраты на добычу углеводородов с учетом амортизации, определяемой по новым нормам амортизационных отчислений, а также налоги в себестоимости и цене.

Критериями оценки доходного подхода являются чистый дисконтированный доход

ТАБЛИЦА 2. Показатели для расчета выручки при разработке нефтегазовых и газоконденсатных месторождений

Основные показатели	Единица измерения
Цена нефти сорта Юралс	долл./барр.
Цена реализуемого сорта нефти на внутреннем и внешнем рынке	валюта/т
Цена реализуемого газа на внутреннем и внешнем рынке	валюта/1000 м <sup>3</sup>
Цена реализуемого конденсата на внутреннем и внешнем рынке	валюта/т
Обменный курс доллара США	руб./долл.
Обменный курс	руб./валюта

недропользователя (ЧДДН) и чистый дисконтированный доход государства (ЧДДГ). Их значения определяются на основе многовариантных расчетов, с выбором оптимальных решений, в процессе переговоров между инвесторами и государством.

Расчет критериев и затрат основан на имеющейся технологической и нормативной экономической информации по вариантам разработки месторождений. Содержание затрат зависит от различных факторов, к которым относятся географические, геологические и технологические особенности разработки месторождений. Нормативная информация применяется с учетом основных направлений капитальных вложений в бурение, обустройство и инфраструктуру, и эксплуатационных затрат на добычу углеводородов [5–6]. Расчет затрат и критериев проводится в динамике по годам разработки с учетом лицензионного срока эксплуатации месторождений.

В табл. 1–4 представлена исходная информация для технико-экономической оценки эффективности разработки нефтегазовых и газоконденсатных месторождений по усовершенствованной методике.

ТАБЛИЦА 3. Перечень удельных норм затрат для расчета капитальных вложений по нефтегазовым и газоконденсатным месторождениям

Основные удельные нормы затрат	Единица измерения
Затраты на геолого-разведочные работы	тыс. руб./скв.
Поисково-разведочное бурение	тыс. руб./пог. км
Сейморазведка 2Д	тыс. руб./км <sup>2</sup>
Сейморазведка 3Д	тыс. руб./км <sup>2</sup>
Бурение (строительство) скважин	тыс. руб./м или (тыс. руб./скв.)
Бурение наклонно-направленной скважины (добывающая и/или нагнетательная)	тыс. руб./м или (тыс. руб./скв.)
Бурение горизонтальной скважины (добывающая и/или нагнетательная)	тыс. руб./м или (тыс. руб./скв.)
Бурение боковых стволов (нефтяной или газовый промысел)	тыс. руб./м или (тыс. руб./опер.)
Многоразовая резка горизонтального ствола	тыс. руб./м или (тыс. руб./скв.)
Гидроразрыв пласта (при бурении)	тыс. руб./стадия
Многоразовый гидроразрыв пласта (при бурении)	тыс. руб./скв.-опер.
Интеллектуальное заканчивание (при бурении)	тыс. руб./скв.
Оборудование, не входящее в сметы строок:	
• для добывающей нефтяной или газовой скважины	тыс. руб./доб. скв.
• для нагнетательной нефтяной или газовой скважины	тыс. руб./нагн. скв.
• для одновременно-раздельной эксплуатации добывающей скважины (ОРД)	тыс. руб./доб. скв.
• для одновременно-раздельной эксплуатации нагнетательной скважины (ОРЗ)	тыс. руб./нагн. скв.
• замена оборудования для добывающей нефтяной или газовой скважины	тыс. руб./доб. скв.
• замена оборудования для нефтяной или газовой нагнетательной скважины	тыс. руб./нагн. скв.
<b>Промысловое обустройство:</b>	
Строительство и обустройство кустов скважин	тыс. руб./доб. скв.
Сбор и транспорт нефти и попутного нефтяного газа ПНГ (внутрипромысловые трубопроводы, резервуары)	тыс. руб./доб. скв.
Подготовка нефти к транспорту и очистные сооружения (по объектам: ЦПС, УПН, УПСВ и т.д.)	тыс. руб./доб. скв.
сбор и транспорт газа и конденсата (внутрипромысловые трубопроводы)	тыс. руб./доб. скв.
подготовка газа и конденсата к транспорту по объектам: НТС, УППГ, УКПГ	тыс. руб./доб. скв.
ППД	тыс. руб./нагн. скв.
<b>Объекты нефтепромыслового строительства</b>	
Электроснабжение	тыс. руб./доб. скв.
Базы на месторождении	тыс. руб./доб. скв.
Автомобильные дороги (внутрипромысловые и подъездные, включая мосты и переправы)	тыс. руб./доб. скв. или (тыс. руб./км.)
Связь, комплексная автоматизация и корпоративные вычислительные сети	тыс. руб./доб. скв. или (млн руб.)
Прочие объекты энергетического хозяйства и инфраструктуры	тыс. руб./доб. скв.
Объекты экологии и промышленной безопасности (природоохранные объекты)	тыс. руб./доб. скв. или (млн руб.)
Внешняя инфраструктура	тыс. руб./доб. скв. или (млн руб.)

Дадим содержательную характеристику основных направлений капитальных вложений.

Капитальные вложения в бурение скважин рассчитываются с учетом глубины скважин вертикальных, наклонных, горизонтальных и многозабойных. Отдельно учитываются затраты на резку боковых стволов. Дополнительно введен норматив интеллектуального заканчивания при бурении скважин. Отдельно учитываются затраты на геологоразведку.

При обустройстве месторождения основные капиталовложения рассчитываются по мере бурения новых скважин.

Промысловое обустройство включает в себя следующие направления затрат:

- **оборудование нефтяных и газовых скважин под эксплуатацию** (распределяется пропорционально скважинам, с учетом способов добычи)

Для нефтяных месторождений в норматив входят затраты на оборудование скважин при механизированной добыче, при фонтанной добыче, при переводе фонтанной скважины на механизированную добычу. Рассчитываются затраты на обсадные трубы, обустройство устьев скважин, монтаж ЭЦН, станков – качалок, силовые приводы, применение центрифуг, вибростылей специальных растворов и хим. реагентов для повышения эффективности буровых работ, комплекс объектов по переводу скважин на газлифтную эксплуатацию – компрессорные станции, нефтепроводы, газопроводы, манифольды.

Для газоконденсатных месторождений в норматив входят затраты на наземное и подземное оборудование, необходимое для ее эксплуатации. К наземному оборудованию газовых скважин относится арматура и аппаратура, устанавливаемые на устье скважины. Оборудование устья скважины предназначается для подачи газа из ствола скважины в газосборные сети. Подземное оборудование включает оборудование забоя и ствола скважины. Оборудование забоя предназначено для сообщения пласта со скважиной. Оборудование ствола скважины

включает обсадные колонны, кондуктор, промежуточную и эксплуатационную колонны, насосно-компрессорные трубы (НКТ) для подачи газа от забоя до устья, пакеров, забойных и приустьевых клапанов и клапанов для подачи ингибиторов для борьбы с коррозией и гидратами.

В этом направлении учитываются также затраты на строительство вертолетной площадки, бурение артезианских скважин, вышкомонтажные работы, крепление скважины, крепление эксплуатационной колонны и прочие работы связанные с затратами по отбору керна, испытания скважины и страхования буровых работ;

- **сбор и транспорт нефти и газа**

В норматив входят затраты на комплексный сборный пункт (КСП), дожимную насосную станцию (ДНС), Установку комплексной подготовки газа (УКПГ), напорные нефтепроводы, нефтесборные сети, замерные установки (ЗУ), выкидные линии, шлейфы, обустройство первоочередных участков, кустов, пробную эксплуатацию, сепарационные установки, газопроводы, вакуумную компрессорную станцию для транспорта газа III ступени сепарации, газозамерную станцию, врезку в газопровод, установку осушки газа на ДНС и КСП, межпромысловые и магистральные нефтепроводы, центральный товарный парк на несколько месторождений; межпромысловые и магистральные газопроводы;

- **сбор и транспорт газа и конденсата**

В норматив входят затраты, связанные с эксплуатацией и обслуживанием основных производственных фондов, предназначенных для: внутрипромысловый и межпромысловый газопередачи (коллекторы, отводы, арматура); компримирования газа (компрессорный цех); очистки и охлаждения газа (пылеуловители, фильтры, АВО, градирни и т.п.); подачи газа потребителю (оборудование ГРС); измерения контрольных параметров (средства КИПиА); подачи сжатого воздуха, смазочного масла и др. (воздушные компрессоры, насосы и т.д.); защиты систем

ТАБЛИЦА 4. Перечень удельных нормы затрат для расчета эксплуатационных расходов по нефтегазовым месторождениям

Нормы затрат	Единица измерения
<b>Условно-постоянные расходы:</b>	
капитальный ремонт добывающих скважин (нефтяных или газовых)	тыс. руб./ДФ доб. скв.
капитальный ремонт нагнетательных скважин	тыс. руб./ДФ нагн. скв.
текущий ремонт добывающих скважин (нефтяных или газовых)	тыс. руб./ДФ доб. скв.
текущий ремонт нагнетательных скважин	тыс. руб./ДФ нагн. скв.
обслуживание добывающих скважин с технологией ОРД (нефтяных или газовых)	тыс. руб./ДФ доб. скв.
обслуживание нагнетательных скважин с технологией ОРЗ	тыс. руб./ДФ нагн. скв.
<b>Затраты для расчета фонда оплаты труда:</b>	
среднемесячная заработная плата одного работника производственного персонала	тыс. руб./чел.
удельная численность производственного персонала	чел./ДФС
<b>Общехозяйственные и общепроизводственные затраты:</b>	
затраты на административно-управленческий персонал	тыс. руб./ДФС
цеховые расходы	тыс. руб./ДФ доб. скв.
прочие	тыс. руб./ДФ доб. скв.
Ликвидационные отчисления на добывающие скважины	тыс. руб./доб. скв.
Ликвидационные отчисления на нагнетательные скважины	тыс. руб./нагн. скв.
<b>Условно-переменные расходы:</b>	
Норма расхода на вспомогательные материалы	руб./т жидкости руб./1000 м <sup>3</sup>
Норма расхода на топливо	руб./т жидкости руб./1000 м <sup>3</sup>
Норма расхода на энергию по извлечению жидкости	руб./т жидкости
Норма расхода на энергию по извлечению природного газа	руб./1000 м <sup>3</sup>
Расходы по искусственному воздействию на пласт	руб./т (руб./1000 м <sup>3</sup> газа)
Сбор и внутрипромысловый транспорт нефти и газа	руб./т нефти руб./1000 м <sup>3</sup> газа
Технологическая подготовка углеводородов	руб./т нефти руб./1000 м <sup>3</sup> газа
Затраты на содержание инфраструктуры внешнего транспорта	руб./т нефти руб./1000 м <sup>3</sup> газа
Примечание: ДФ – действующий фонд (добывающих или нагнетательных); ДФС – (общий) действующий фонд скважин	

и оборудования от коррозии и гидратообразования (средства ЭХЗ, ингибиторопроводы и др.); размещения технических средств (здания компрессорных цехов, насосных и т.д.);

- **подготовка нефти и газа к транспорту и очистные сооружения**

В норматив входят затраты на центральный пункт сбора, технологические трубопроводы;

пеногенераторная, термохимическая установка; пенопровод; площадка буферных емкостей; очистные сооружения; резервуары отстойники;

- **подготовка газа и конденсата к транспорту**

В норматив входят затраты по окончательной обработке газа и газового конденсата на головных сооружениях промысла при централизованной схеме сбора

и обработки газа или затраты по обработке газа и газового конденсата на установках комплексной подготовки газа (УКПГ) при децентрализованной схеме сбора и обработки газа;

**• поддержание пластового давления (ППД)**

В данный норматив входят затраты на оборудование для закачки вытесняющего агента в пласт. К объектам поддержания пластового давления относятся: трубопроводы и распределительные блоки, станции по закачке вытесняющего агента, оборудование для подготовки вытесняющего агента для закачки его в пласт;

**• связь, комплексная автоматизация и корпоративные вычислительные сети**

В норматив входят затраты на радиорелейные линии контроля и телемеханики, внешние сетки КИП и АИВТ, в том числе радиотелефонная связь, волоконно-оптические кабели для компьютерных сетей, оборудование круглосуточного наблюдения, компьютерная система безопасности;

**• Электроснабжение**

В норматив входят затраты на трансформаторные подстанции, линии электропередач, подстанции для электроснабжения баз, газотурбинные электростанции;

**• Базы на месторождении**

В данный норматив входят затраты на базы комплектации, базы производственного обслуживания, базы управления и капремонта и т.д.;

**• Автомобильные дороги**

В норматив входят затраты на автомобильные дороги на территории месторождения, подъездные автодороги к месторождению, к кустам скважин, лежневые дороги, межпромысловые и магистральные автодороги;

**• Прочие объекты энергетического хозяйства и внутренней инфраструктуры**

В норматив входят затраты на вахтовый поселок, вертолетную площадку, водозабор и т.д.;

**• Приобретение оборудования, не входящего в сметы строек**

В норматив входят затраты на капитальный и текущий ремонт оборудования для добывающих и нагнетательных скважин, а также на оборудование для геолого-поисковых работ, транспортные средства, агрегаты и специальные машины.

Эксплуатационные затраты состоят из условно-постоянных и условно-переменных расходов. Расчет эксплуатационных затрат основан на применении нормативов представленных в таблице 4.

К условно-постоянным затратам относятся, во-первых, удельные нормы затрат, применяемые к годовому фонду скважин, во-вторых, удельные затраты на объемные показатели относимые на годовую добычу жидкости или на годовую добычу углеводородов по следующим направлениям: норма расхода на вспомогательные материалы, норма расхода на топливо, норма расхода на энергию по извлечению жидкости.

К первым относятся:

- норматив затрат в ремонтный фонд скважин представлен в новой редакции следующими направлениями: капитальный ремонт добывающих скважин(нефтяных или газовых), капитальный ремонт нагнетательных скважин, текущий ремонт добывающих скважин(нефтяных или газовых), текущий ремонт нагнетательных скважин, обслуживание добывающих скважин с технологией ОРД(нефтяных или газовых), обслуживание нагнетательных скважин с технологией ОРЗ.
- затраты для расчета фонда оплаты труда рассчитываются по старой редакции.
- Прочие условно-постоянные расход представлены более подробно по следующим направлениям: затраты на АУП, цеховые расходы и ликвидационные отчисления.

Ко вторым относятся:

- Стоимость покупных вспомогательных материалов, используемых для обеспечения нормального технологического процесса (реагенты и материалы, расходуемые при ремонте скважин, обессоливании,

обезвоживании и стабилизации нефти), или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, нефте- и газопроводов и других основных фондов), стоимость глубоких штанговых насосов, запасных частей для ремонта оборудования, износ инструментов, приспособлений, спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов, стоимость покупной воды, потребляемой при подготовке нефти и ремонте скважин, выработке пара и расходуемой на другие производственные и хозяйственные нужды. В этот элемент затрат включается стоимость нефти, потребляемой на собственные технологические нужды (например, при промывке скважин при их ремонте) и списываемой в виде потерь при ее подготовке, хранении, транспортировке (перекачке). Для газоконденсатных месторождений эти затраты включают также расходы на приобретение метанола, триэтиленгликоля, масла и пр.

- Топливо – стоимость всех видов топлива, включая нефть и газ собственной добычи, расходуемого на технологические цели (для кузнечных, термических и других печей), для выработки всех видов энергии (электрической, тепловой, сжатого воздуха, кислорода и т.п.), на отопление зданий, а также потребляемого агрегатами и транспортными средствами (тракторами-подъемниками, заливочными агрегатами, тракторами и автомашинами всех видов), принадлежащих нефтегазодобывающему предприятию;
- Норматив затрат на энергию относимый на годовую добычу углеводородов представлен следующими тремя направлениями: технологическая подготовка углеводородов, сбор и внутрипромысловый транспорт углеводородов, содержание инфраструктуры внешнего транспорта. Учитывает так же затраты на электроэнергию для различных электроприводов,

а также на содержание и обслуживание электросети и подстанций;

- Удельный норматив по искусственному воздействию на пласт включает затраты на закачку обогатителя. Для газоконденсатных месторождений может закачиваться метан при сайклинг-процессе;
- Удельный норматив по сбору и внутрипромысловому транспорту углеводородов учитывает затраты на содержание и эксплуатацию сети нефте-, газо- и конденсато- проводов от устья скважин до емкостей товарного парка, сепараторных установок, групповых газовых установок, дожимных компрессорных станций и др.;

Цель НДД – стимулировать разработку низкорентабельных месторождений, содержащих ТРИЗ, в том числе новых месторождений, требующих значительных инвестиций. Ставка устанавливается в размере 50 % от прибыли недропользователя

- Удельный норматив на технологическую подготовку углеводородов включает расходы на реагенты, которые используются в технологическом процессе и затраты на технологическое оборудование, используемое при подготовке и стабилизации газа и конденсата.

Помимо эксплуатационных затрат и капитальных вложений при оценке технико-экономической эффективности разработки месторождений углеводородов необходимо учесть налоговые режимы.

Для недропользователя наиболее существенной статьей затрат являются налоговые отчисления. Оценка экономической эффективности проводится с учетом выплаты недропользователем налогов, сборов и пошлин в федеральный, региональный и местный бюджеты, установленных действующим законодательством РФ. К ним относятся:

- налог на добавленную стоимость;
- налог на добычу полезных ископаемых;

- налог на дополнительный доход;
- налог на имущество организаций;
- страховые взносы;
- налог на прибыль организаций.

**Налог на добавленную стоимость**

Налог берется в размере 20 % от выручки от продажи углеводородов на внутреннем рынке (глава 21 части 2 НК РФ).

**Налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ на нефть)**

В соответствии с Налоговым кодексом РФ НДПИ взимается с объема добычи углеводородов [5]. Налог учитывает мировые цены на нефть, объем запасов, степень

их выработанности, особенности месторождения, а также уровень сложности добычи нефти.

Формула для расчета ставки налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ (нефть)) имеет следующий вид [5]:

$$ДПИ(нефть) = \frac{Кндпи \times КЦ - Дм}{Кндпи} \quad (1)$$

где *Кндпи* – базовая ставка НДПИ, руб./т (с 1 января 2017 г. ставка для нефти установлена в размере 919 руб./т);

*Дм* – коэффициент особенности добычи, руб./т;

*Кц* – коэффициент, который характеризует динамику мировых цен на нефть марки Urals, д. ед.

**Налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ на газ)**

Расчет налога по газу природному осуществляется по аналогичной формуле:

$$НДПИна газ = \frac{Кндпи \times Еут \times Кс + Ккг + Тг}{Кндпи} \quad (2)$$

где *Кндпи* – базовая ставка НДПИ, руб./1000 м³, (для газа составляет 35 руб./1000 м³);

*Еут* – базовое значение единицы условного топлива, д.е.;

*Кс* – коэффициент сложности добычи углеводородов, д.е.;

*Ккг* – показатель характеризующий изъятие дополнительной выручки компаний от индексации тарифов на газ, поставляемый на внутренний рынок ед.;

*Тг* – показатель, характеризующий расходы на транспортировку газа, руб./1000 м³.

Базовое значение единицы условного топлива (*Еут*) определяется в соответствии с [6].

Коэффициент *Ккг* определяется в соответствии с подпунктом 11 пункта 2 статьи 342 НК РФ [6] со значением 285 – на период с 1 июля 2024 года по 30 июня 2025 года включительно, 305 – с 1 июля 2025 года.

Показатель *Тг* рассчитывается на основе:

- тарифа на услуги по транспортировке газа по магистральным газопроводам;
- расстояние транспортировки газа по магистральным газопроводам;
- коэффициент, отражающий доленое участие разных добывающих газ предприятий, которые используют один трубопровод.

**Налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ на газовый конденсат)**

Налоговая ставка, установленная для газового конденсата, составляет 42 руб. за 1 тонну.

Расчет налога по газовому конденсату осуществляется по формуле:

$$НДПИ на газовый конденсат = \frac{Кндпи \times Еут \times Кс \times Ккм}{Кндпи} \quad (3)$$

где *Кндпи* – базовая ставка НДПИ, руб./т, (для газового конденсата составляет 42 руб./т);

*Кс* – коэффициент сложности добычи углеводородов;

*Ккм* – коэффициент, характеризующий экспертную доходность единицы условного топлива.

Коэффициент сложности добычи углеводородов (*Кс*) и коэффициент, характеризующий экспертную

доходность единицы условного топлива (Ккм), рассчитываются в соответствии с положениями статьи 342 НК РФ [6].

### Налог на дополнительный доход от добычи углеводородного сырья (НДД)

Налог стал вторым основным налоговым режимом российской нефтяной отрасли в соответствии с Главой 25.4 НК РФ [7, 8]. НДД взимается с суммы дополнительного дохода, полученного налогоплательщиком в результате деятельности по добыче углеводородного сырья (нефти, газового конденсата, попутного и природного газа) на участке недр. Цель введения налога – стимулировать разработку низкорентабельных месторождений, содержащих трудноизвлекаемые запасы углеводородного сырья, в том числе новых месторождений, требующих значительных инвестиций. Ставка НДД устанавливается в размере 50% от прибыли недропользователя. В Налоговом кодексе РФ описаны группы участков недр, при разработке которых недропользователи имеют право выбрать уплату НДД.

Кроме рассмотренных налоговых режимах НДПИ и НДД в НК РФ предусмотрен еще один перспективный налоговый режим – соглашение о разделе продукции (СРП) [9].

Налоговый режим СРП применяется только для нескольких месторождений РФ (Сахалин-1, Сахалин-2, Харьягинское месторождение). Однако, для зарубежных месторождений этот налоговый режим применяется. В усовершенствованную методику включены все алгоритмы расчета технико-экономических показателей, которые позволяют проводить оценку эффективности для этого налогового режима.

### Налог на имущество организаций

Налоговая база определяется как среднегодовая стоимость имущества, признаваемого объектом налогообложения. В отношении отдельных объектов недвижимого имущества налоговая база определяется как их кадастровая стоимость

по состоянию на 1 января налогового периода в соответствии со статьей 378.2 НК РФ [10]. Налоговая ставка составляет 2,2%. Налог на имущество полностью поступает в бюджет субъекта РФ.

### Страховые взносы в государственные внебюджетные фонды

Страховые взносы в государственные внебюджетные фонды: Пенсионный фонд РФ, Фонд социального страхования РФ, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования». Базой для начисления страховых взносов в государственные внебюджетные фонды является фонд оплаты труда предприятия с начала календарного года. Размер предельной величины базы для начисления страховых взносов устанавливается Правительством РФ и подлежит ежегодной индексации с учетом роста средней заработной платы в РФ. Ставка страховых взносов составляет 30% от фонда оплаты труда [11].

### Налог на прибыль организаций

Налоговая ставка составляет 25% от налогооблагаемой прибыли [12].

Рассмотренная усовершенствованная методика реализована в компьютерной системе «ГРАФ»[4], которая является современным информационно-программным инструментарием для проведения комплексной технико-экономической оценки на различных стадиях разработки месторождений нефти и газа. ●

*Статья подготовлена по результатам научных исследований, выполненных в рамках государственного задания по теме: «Создание новых технологий эффективного экологически чистого извлечения углеводородов в сложных горно-геологических условиях на основе системного подхода к изучению и моделированию полного жизненного цикла нефтегазовых месторождений» шифр ФММЕ – 2025-0009.*

#### Литература

1. Временные методические рекомендации подготовки технических проектов разработки месторождений углеводородного сырья в части экономической оценки вариантов разработки [Электронный ресурс]. URL: [https://gkz-rt.ru/sites/default/files/docs/vremennyye\\_metodicheskie\\_rekomendacii\\_podgotovki\\_tekhnicheskikh\\_proektov\\_razr.pdf?ysclid=ly032liu1e389099066](https://gkz-rt.ru/sites/default/files/docs/vremennyye_metodicheskie_rekomendacii_podgotovki_tekhnicheskikh_proektov_razr.pdf?ysclid=ly032liu1e389099066) (дата обращения: 18.12.2024).

- Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А. Комплексная экономическая оценка месторождений углеводородного сырья в инвестиционных проектах. – М.: Наука, 2006. – 134 с.
- Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А., Лындиин В.Н. Методика формирования нормативов капитальных вложений в нефтегазовых инвестиционных проектах // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2019. № 2. С. 10–16.
- Богаткина Ю.Г. Оценка эффективности инвестиционных проектов в нефтегазовой отрасли с использованием механизмов автоматизированного моделирования. – М.: Макс-Пресс, 2020. – 248 с.
- Налоговый кодекс РФ (часть вторая) от 05.08.2000 № 117-ФЗ (ред. от 18.03.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.04.2023) Статья 342. Налоговая ставка [Электронный ресурс] URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28165/b0945496f341b2d7e1f79e0bc9dd4e4522a466b1/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/b0945496f341b2d7e1f79e0bc9dd4e4522a466b1/) (дата обращения: 18.12.2024).
- Налоговый кодекс РФ Статья 342.4. Порядок расчета базового значения единицы условного топлива (Еут), коэффициента, характеризующего степень сложности добычи газа горючего природного и (или) газового конденсата из залежи углеводородного сырья (Кс), показателя, характеризующего расходы на транспортировку газа горючего природного (ТГ), и показателя КГК [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28165/9522195c4165c757c0d4d4095f49cd1e62fad7f0/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/9522195c4165c757c0d4d4095f49cd1e62fad7f0/) (дата обращения: 25.12.2024).
- Налоговый кодекс РФ Статья 25.4 Налог на дополнительный доход от добычи углеводородного сырья [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28165/e1bdc5405d9567b215b64b198464590b24f76344/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/e1bdc5405d9567b215b64b198464590b24f76344/) (дата обращения: 25.12.2024).
- ФНС РФ от 06 февраля 2023 г. N СД-4-3/1343@. Данные, необходимые для исчисления НДПИ в отношении нефти, НДД и акциза на нефтяное сырье, за январь 2023 года. [Электронный ресурс] URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_439641/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_439641/) (дата обращения: 25.12.2024).
- Федеральный закон от 30.12.1995 N 225-ФЗ (ред. от 08.12.2020) «О соглашениях о разделе продукции» [Электронный ресурс] URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=370212&dst=100001#dy4B1bUMdtincXuyq> (дата обращения: 25.12.2024).
- Налоговый кодекс РФ Статья 378.2. Особенности определения налоговой базы, исчисления и уплаты налога в отношении отдельных объектов недвижимого имущества. [Электронный ресурс] URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28165/16758978b92339b7e996fde13e5104caec7531d2/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/16758978b92339b7e996fde13e5104caec7531d2/) (дата обращения: 25.12.2024).
- Тарифы страховых взносов в 2025 году [Электронный ресурс] URL: <https://www.regberry.ru/nalogooblozhenie/tarif-strahovyh-vznosov-2025?ysclid=m5xmcctnoui652285668> (дата обращения: 25.12.2024).
- Налоговый кодекс РФ Статья 284. Налоговые ставки [Электронный ресурс] URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28165/eb9180fc785448d58fe76ef323fb67d1832b9363/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/eb9180fc785448d58fe76ef323fb67d1832b9363/) (дата обращения: 27.12.2024).

KEYWORDS: hydrocarbon deposits, methods of technical and economic assessment of the efficiency of field development, capital investments, specific standards of capital expenditures, specific cost norms for calculating operating costs, tax regimes.

## О ЧЕМ ПИСАЛ Neftegaz.RU 10 ЛЕТ НАЗАД...

### Газ из США не может конкурировать не только с российским, но даже с СПГ из Норвегии

Американские торговцы СПГ в раздумье. Россия и Туркменистан закрыли рынок стран АТР трубопроводными поставками газа в Китай, а Норвегия – в Европу. Газ из США не может конкурировать не только с российским газом, но даже с СПГ из Норвегии, снижение цен на нефть существенно снизило рентабельность проектов добычи сланцевого газа.



### • Комментарий Neftegaz.RU

В начале 2025 года поставки американского СПГ в Европу достигли 6,64 млрд м³, что в три раза превысило российский экспорт на этот рынок, составивший 2,054 млрд м³. В конце декабря 2024 года в США на третьей очереди завода Plaquemines мощностью 20 млн тонн в год и на первой очереди завода Corpus Christi мощностью 10,4 млн тонн были произведены первые партии СПГ. 7 февраля президент США Дональд Трамп заявил, что скоро американский сжиженный природный газ в крупных масштабах начнет закупать Япония.

### Псковская область получит СПГ-комплекс в 2016 г.

Губернатор Псковской области А. Турчак и гендиректор «Криогаз-Псков» А. Сидорук заключили соглашение о совместных действиях



по реализации стратегического инвестиционного проекта по созданию в Пскове СПГ-комплекса с автомобильной газонаполнительной станцией.

### • Комментарий Neftegaz.RU

Завод по производству СПГ в Псковской области был запущен в 2016 г. и спустя полгода вышел на проектную мощность. С 2017 г. почти весь объем производимого на заводе сжиженного газа экспортировался в Европу. В первоначальные планы входили также поставки на внутренний рынок: мазутные котельные в Пушкинских горах и Опочке должны были переоборудовать на экологичное топливо, но после падения цен на мазут котельные продолжили работать на старом топливе. Также СПГ реализуется в качестве газомоторного топлива.



В 2025 г. компания планирует запустить вторую очередь завода, который будет поставлять большую часть топлива в Санкт-Петербург на заправочные станции для пассажирского транспорта и тяжелой техники.

### Украина будет собирать деньги на строительство Чернобыльского саркофага

Украина хочет получить от G7 165 млн евро на постройку защитного купола над Чернобыльской АЭС. Всего на строительство защиты необходимо порядка 615 млн евро, 350 млн пообещали найти в Европейском банке реконструкции и развития, еще 100 млн просто пообещали, с готовностью помочь выступила и Россия.

### • Комментарий Neftegaz.RU

Саркофаг представляет собой защитную конструкцию из металла и бетона, покрывающую здание ядерного реактора № 4 Чернобыльской АЭС. Саркофаг удерживал 200 тонн радиоактивного, похожего на лаву кория, 30 тонн сильно загрязненной пыли и 16 тонн урана и плутония. К 2017 году из-за ухудшения состояния саркофага его обнесли еще одним защитным куполом.

14 февраля 2025 года, накануне Мюнхенской конференции по безопасности, по новому открытию был нанесен удар БПЛА. Украинская сторона обвинила в атаке Россию, с российской стороны произошедшее назвали провокацией Украины. Жертв удалось избежать, радиационный фон после взрыва не превышал нормы. ●



## Вентиляция рудников

В тупиковые горные выработки, которые не имеют сквозного прохода, свежий воздух подается через вентиляционные трубопроводы. В результате его удара о забой, то есть о поверхность горной массы, нередко образуются турбулентные вихри. Они хаотичны и могут либо усугубить проветривание, либо улучшить. Ученые Пермского Политеха и Горного института УрО РАН выяснили, как правильно расположить вентиляционный трубопровод, чтобы повысить качество проветривания. Исследователи разработали трехмерную модель выработки, в которой располагается вентиляционный трубопровод, подающий в выработку свежий воздух. Модель показала, что для лучшей работы необходимо, чтобы воздушная струя после выхода из трубопровода прижималась к стенкам выработки и не разворачивалась преждевременно. Так вымывание опасных газов из рабочей зоны будет эффективнее. Наилучший вариант при отставании конца трубопровода на 15 и 30 метров наблюдается при его размещении в одном из нижних углов выработки. Это создает наиболее широкую область для разворота воздушной струи у стенки забоя. Менее эффективно его размещение по центру под кровлей.

## Система охлаждения для микроэлектроники

Ученые НИУ «МЭИ» создали новые теплообменные каналы с комбинированными покрытиями стенок, которые позволяют повысить надежность и эффективность систем охлаждения для электроники. Разработка ориентирована на применение в радиотехнических системах, процессорах и других устройствах с высокой плотностью тепловыделения. Ключевая особенность заключается в комбинации гидрофильного покрытия на нижней стенке рабочего канала и супергидрофобного покрытия на верхней. Совокупный технический эффект микроканала позволяет достигать критической тепловой нагрузки до 4 МВт/м<sup>2</sup> при массовой скорости пароводяного потока до 300 кг/м<sup>2</sup>·с. В системах охлаждения могут быть использованы различные теплоносители, включая дистиллированную воду и изопропиловый спирт, что позволяет достигать требуемого сочетания технико-экономических характеристик разработки.

## Новая методика оценки состояния арктических почв

Ученые из НГТУ разработали новую методику математического моделирования, позволяющую оценивать состояние почв в Арктическом регионе под воздействием изменений температуры и внешних нагрузок. В рамках исследования использовались методы, которые позволили отслеживать изменения мерзлоты с интервалом в 10 мин для суточных процессов и один день для сезонных. Эксперименты показали, что даже если не учитывать подвижность грунтовых вод, количество оседания породы из-за гравитации составляет около 2 см за сезон. Кроме того, фиксировалось последовательное оттаивание и замерзание до 4 м глубиной, что ведет к деградации структуры пород. Методика учитывает несколько взаимосвязанных процессов, таких как теплопередача, механическая деформация и фазовые переходы воды в грунте. Ученые также получили важные сведения о техногенных факторах, влияющих на мерзлоту, например, о воздействии свайных конструкций, которые создают вокруг себя области постоянного оттаивания, что ослабляет прочность породы и увеличивает риски для строительства.

## Керамические матрицы для иммобилизации стронция-90

Ученые Дальневосточного федерального университета и Кольского научного центра РАН создали керамические матрицы, предназначенные для иммобилизации радиоактивного стронция-90 в радиационных источниках тока. Питание навигационных систем осуществляется от радиационных источников, наиболее перспективными из которых являются РИТ-90, работающие на основе стронция-90. Они защищены специальными капсулами, но этой защиты бывает недостаточно. Для решения проблемы ученые разработали технологию синтеза композитных керамик, основанную на высокоскоростном разогреве и уплотнении порошковых материалов. Исследователи подготовили порошковые смеси для создания четырех образцов керамических материалов на основе минералов, таких как шеелит, полевой шпат, перовскит и повелит, в которых атомы стронция связываются прочнее, чем если бы они находились отдельно, что минимизирует выброс радиоактивных атомов. Прочные химические связи в кристаллических структурах матриц обеспечивают долговременную иммобилизацию радионуклидов, включая их дочерние продукты распада, что предотвращает утечку.

## Экономия энергопотребления в нефтедобыче

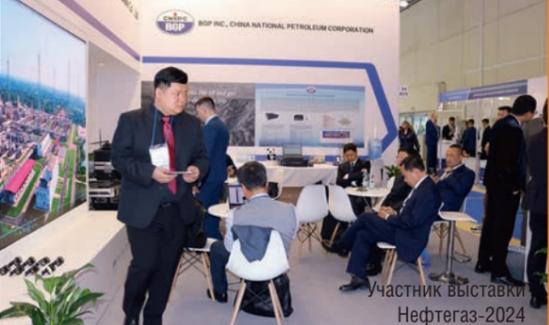
Повышение давления в скважине отрицательно влияет на эффективность работы нефтяного оборудования, что снижает объем добычи и может привести к повреждению техники. Ученые Пермского Политеха разработали комплексную методику, которая позволяет оценивать влияние затрубного давления на расход электроэнергии, и определили оптимальный уровень, на котором его следует поддерживать. Разработанный способ применим к функционированию скважин в периодическом режиме, когда после определенного количества часов работы насос выключают. Методика расчета – это комплексное решение, которое позволяет учитывать изменяющиеся параметры: время работы, свойства и объем добываемой жидкости, параметры технологического процесса. Для проверки методики ученые провели вычислительный эксперимент, за основу взяли данные реальных нефтяных установок. Расчеты показали, меньше всего энергии расходуется, когда давление падает. Ученые рекомендуют снижать его в том случае, если насос работает в периодическом режиме не менее 8 часов в одном цикле. В среднем такое снижение давления позволяет экономить около 4% электроэнергии.

## Точный газоанализатор от ученых СПбГУ

Физики Санкт-Петербургского государственного университета совместно с учеными Казанского национального исследовательского технического университета разработали прибор для анализа газов. Устройство объединяет плазменный детектор и хроматограф, что повышает точность исследований. Принцип его работы основан на методах хроматографии. Прибор служит для изучения составов газовых смесей, включая предельные и непредельные углеводороды, спирты, сероводород, меркаптаны, а также неорганические соединения, такие как азот, кислород, водород, оксид и диоксид углерода. Детектор, функционирующий на принципах плазменной электронной спектроскопии, изучает состав веществ через анализ характеристик электронов, высвобождаемых из атомов или молекул при воздействии плазмы. В сложных газовых смесях компоненты могут иметь схожие физические или химические свойства, что затрудняет их разграничение. Новый прибор улучшает процесс разделения и идентификации газов, добавляя временную координату в анализ. Таким образом, анализируется информация как по временной, так и по энергетической шкале.



25 лет АО «ССК». Томский филиал



Участник выставки Нефтегаз-2024



Участники конференции Нефтегазопереработка-2024



25 лет АО «ССК». Филиал «Управление цементирования скважин»



Стенд компании Топлекс на выставке Нефтегаз-2024



Участник выставки Нефтегаз-2024



Участники конференции – Нефтегазопереработка-2024



Участники конференции Нефтегазопереработка-2024



Участник выставки Нефтегаз-2024



Участники конференции Нефтегазопереработка-2024



25 лет АО «ССК». Нефтеюганский филиал



Участники конференции Нефтегазопереработка-2024



Участники выставки Нефтегаз-2024



Участники конференции Нефтегазопереработка-2024



Участники конференции Нефтегазопереработка-2024



25 лет АО «ССК». Ямальский филиал

Участники конференции Нефтегазопереработка-2024



Участники выставки Нефтегаз-2024



Участник выставки Нефтегаз-2024



Участник конференции Нефтегазопереработка-2024



25 ЛЕТ НА БЛАГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ



# КОМПЛЕКТ ПОДЗЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

## 168/114X21

### 1. Оборудование и инструмент в НГК

#### 1.1. Оборудование для добычи нефти и газа

##### 1.1.1. Буровое оборудование и инструмент

КПО представляет собой полный комплект подземного оборудования для обустройства лифтовой колонны газовых и газоконденсатных месторождений, для эксплуатационной колонны диаметром 168 мм, лифтовой колонны диаметром 114 мм и листовым давлением 21 МПа, включая инструмент.

КПО включает необходимый объем принадлежностей (переводники, центраторы, захваты, фитинги, управляющие трубопроводы) и следующие основные агрегаты:

- гидрорегулируемый клапан-отсекатель – СКОЗ;
- ингибиторный клапан КПЗ;
- телескопическое соединение – СТЗ;
- циркуляционный клапан – КЦЗ;
- пакер гидравлический ПДГЗ;
- надпакерный клапан дублирующий – РКЗ;
- клапан дублирующий после пакера – ПДГЗ, ПДГЗ.940.

Для работы на скважине совместно с КПО поставляются следующие инструменты:

- ясс механический – ЯМЗ;
- ясс гидравлический – ЯГДЗ;
- толкатель – ТЗ;
- устройство закрепления проволоки – УЗП;



Поз.	Наименование	Длина L, мм	Наружный диаметр D, мм
1	Ясс механический ЯМ2	1410	47,6
2	Ясс гидравлический ЯГА1	775	48
3	Штанга грузовая ШТГ	1000	64
4	Толкатель ТЗ	1033	72,3
5	Ловитель ЛТ1	402	57
6	Устройство закрепления проволоки УЗП	155	48

- ловитель – ЛТ1;
- набор грузовых штанг – ШТГ.

Каждый элемент КПО проходит испытания на заводе-изготовителе в более жестких условиях, чем условия

его эксплуатации. Материалы, используемые для изготовления КПО, имеют заключение ООО «Газпром ВНИИгаз» о его соответствии условиям работы на протяжении всего срока эксплуатации (более 20 лет).

# ИСТОЧНИК БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ

### 1 Оборудование и инструмент в НГК

#### 1.6 Общее и сопутствующее оборудование для нефтегазового комплекса

##### 1.6.11 Прочее



Предназначены для защиты различного оборудования, требующего напряжения питания синусоидальной формы и длительного времени автономии. Это может быть, как вычислительное, серверное, коммуникационное оборудование, так и электрооборудование частного дома или коттеджа (котлы отопления, насосы, освещение и т.п.)

Относятся к линейно-интерактивному ИБП с чистой синусоидой на выходе. Фактически совмещает в себе одновременно функционал нескольких устройств, являясь инвертором, стабилизатором напряжения и ИБП (при подключении аккумулятора).

Данные ИБП предназначены для использования только с внешними аккумуляторными батареями. Без внешних аккумуляторных батарей ИБП не будет работать корректно. Использование его в качестве стабилизатора напряжения недопустимо.

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Тип	интерактивный
Выходная мощность	1500 ВА / 1050 Вт
Форма выходного сигнала	синусоида
Макс. поглощаемая энергия импульса	405 Дж
Количество выходных разъемов питания	2 (из них с питанием от батарей – 2)
Тип выходных разъемов питания	СЕЕ 7 (евророзетка)
Вход / Выход	
На входе	1-фазное напряжение
На выходе	1-фазное напряжение
Входное напряжение	140 – 280 В
Входная частота	50 – 60 Гц
Стабильность выходного напряжения (батарейный режим)	± 5 %
Выходная частота	49 – 61 Гц
Управление	Интерфейсы
USB	Функциональность
Отображение информации	ЖК-экран
Звуковая сигнализация	есть
Батарея	
Возможность замены батарей	есть
Подключение дополнительных батарей	есть
Защита	
Защита от перегрузки	есть
Защита от высоковольтных импульсов	есть
Фильтрация помех	есть
Защита от короткого замыкания	есть
Дополнительная информация	
Уровень шума	45 дБ
Габариты (ШхВхГ)	130 x 200 x 412 мм
Вес	12,2 кг
Особенности	автоматическая регулировка напряжения (AVR)

# РЕСИВЕРЫ ВОДОРОДА

## 1.3 Оборудование для переработки нефти и газа

### 1.3.1 Технологическое оборудование

#### 1.3.1.7 Разнообразное емкостное оборудование



Процесс переработки нефти и газа сопряжен с необходимостью использования ресиверов. В зависимости от технических особенностей ресиверы подразделяют на кислородные (для накопления кислорода и других неагрессивных сред), ресиверы гелия (для приема, хранения и выдачи газообразного гелия) и ресиверы водорода.

Водородные ресиверы предназначены для хранения на промышленных предприятиях технического водорода. Ресиверы нашли применение в атомной, космической, металлургической промышленности. В химической отрасли их используют для синтеза хлороводорода, аммиака и метилового спирта, в нефтехимии – для гидрогенизации жиров, угля и нефти, в электрических генераторах с помощью ресиверов охлаждают водородные установки.

Ресиверы для водорода могут быть емкостью для хранения конечного вещества, предназначенного для отгрузки потребителю, либо

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Рабочее давление	до 12 МПа
Объем	от 1 до 200 м³
Конструкция	наземная горизонтальная или вертикальная с эллиптическими днищами на опорах
Температурный диапазон рабочего продукта	от -60 °С до +300 °С
Минимальная температура эксплуатации	-60 °С

промежуточной емкостью, из которой водород поступает дальше по технологической цепочке.

Ресиверы водорода – это горизонтальная или вертикальная емкость, устанавливаемая на опоры. Эксплуатация ресивера происходит под высоким рабочим давлением, поэтому днища изготавливаются эллиптические. В корпусе предусмотрены люк, патрубки и штуцеры для выполнения основных функций: наполнение ресивера водородом,

откачка водорода, сбор конденсата, проведение технологического осмотра и чистки внутренней поверхности емкости и др.

Важным элементом водородных ресиверов является предохранительный клапан, который предотвращает разрушение конструкции из-за повышения давления.

Водородные ресиверы производятся из листового металлопроката, которому придается цилиндрическая форма. ●

# СЕПАРАТОР

## 1.3 Оборудование для переработки нефти и газа

### 1.3.1 Технологическое оборудование

#### 1.3.1.8 Сепараторы для нефтяных и газовых сред



По форме исполнения сепараторы подразделяют на:

- вертикальные (представляет собой корпус в форме цилиндра, оснащенный короткими трубками для ввода пластовой жидкости и вывода жидкой и газовой фаз, арматурой для предохранения и регуляции, а также специальными элементами для отделения жидкостей);
- горизонтальные (содержит емкость с двумя расположенными под наклоном полками, пеногаситель, отделитель жидкостей и устройство, предотвращающее возникновение воронки в процессе дренажа нефти. Горизонтальный нефтесепаратор оснащен трубкой для ввода пластовой жидкости, штуцерами для выхода фаз и люком);
- гидроциклонные (представляет собой горизонтальную емкость,

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Рабочее давление	от 0,6 до 6,3 МПа
Диаметр аппарата	от 1200 до 2400 мм
Температура воздуха при эксплуатации	от -60 до +100 °С

состоящую из одноточных гидроциклонов. Одноточный циклон – это устройство в форме цилиндра с тангенциальным вводом пластовой жидкости, направляющей трубкой и отделом перетока.

В зависимости от основной силы, благодаря которой осуществляется отделение, сепараторы подразделяются на:

- гравитационные (разделение происходит за счет гравитации, газы поднимаются вверх, тяжелые вещества оседают на дне,

для увеличения продуктивности на входе устанавливают депульсатор, предназначенный для отстранения газа из пластовой жидкости);

- центробежные (отделение осуществляется за счет воздействия центробежной силы);
- инерционные (отделение происходит благодаря разным силам инерции частиц в сепарируемой жидкости. Тяжелые элементы вытесняются к стенкам емкости, после чего перетекают на ее дно). ●

### Параметры нефтегазовых сепараторов

Объем, м³	Давление условное, МПа	Диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Длина, мм	Высота, мм
6,3	0,6/1,0/1,6/2,5/4,0	1200	8/8/10/12/18	6510/6510/6545/6570/6610	2175/2175/2180/2180/2280
12,5	0,6/1,0/1,6/2,5/4,0	1600	8/8/12/16/22	8190/8190/8220/8220/8360	2745/2745/2750/2760/2890
25	0,6/1,0/1,6/2,5/4,0	2000	8/10/12/18/25	10100/10105/10135/10210/10320	2895/2900/2900/2915/3015
50	0,6/1,0/1,6/2,5/4,0	2400	8/10/14/20/30	12890/12890/12945/12964/13128	3013/3545/35547/3555/3571
100	0,6/1,0/1,6/2,5/4,0	3000	10/12/18/25/40	15215/15229/15241/15320/15515	3909/3917/3931/3945/4055

# ЭЛЕКТРОДЕГИДРАТОР

## 1.3 Оборудование для переработки нефти и газа

### 1.3.1 Технологическое оборудование

#### 1.3.1.14 Прочее технологическое оборудование



Электродегидраторы – это составная часть технологической линии по подготовке нефти к транспортировке. Оборудование предназначено для обезвоживания и обессоливания нефти.

Электродегидраторы бывают вертикального, шарового и горизонтального исполнения, представляют собой цилиндрическую емкость с эллиптическими днищами на седловых опорах. Внутри корпуса размещаются электроды, которые находятся в подвешенном состоянии. Вход нефтяной эмульсии осуществляется через штуцер с распределяющим устройством, выход воды и нефти – через разные выходные штуцеры.

Суть работы оборудования: ток высокого напряжения подается на два высокопотенциальных электрода, между которыми образуется электрическое поле. Под действием тока капли нефти укрупняются и оседают на днище. Для деземальгирования нефтяной эмульсии в жидкость вводится деземальгатор.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Назначение	глубокое обессоливание и обезвоживание нефти
Объем, м <sup>3</sup>	5 – 200
Конструктивное исполнение	вертикальное или горизонтальное с эллиптическими днищами
Рабочая среда	нефтяная эмульсия
Рабочее давление, МПа	до 1,8
Температура рабочей среды, °С	от + 80 до + 150
Производительность, т/сут	до 11500
Осадки и вода нефти на выходе, %*, не более	0,2
Содержание солей в нефти на выходе, мг/л*, не более	5
Материал	16ГС, 09Г2С

В электродегидратор подается нефть, смешанная с промывочной водой. Капли воды, содержащиеся в рабочей среде, и капли промывочной воды смешиваются, отделяются

и оседают, после чего выводятся. Для полного обезвоживания нефтяная эмульсия проходит через электродную систему. Параллельно происходит обессоливание нефтяной эмульсии. ●

# ВОЗДУШНЫЕ КОМПРЕССОРНЫЕ СТАНЦИИ

## 1 Оборудование и инструмент в НКК

### 1.3 Оборудование для переработки нефти и газа

#### 1.3.1.14 Прочее технологическое оборудование



#### Описание

Воздушные компрессорные станции серии БКС применяются в нефтяной, газовой, химической, строительной и других отраслях промышленности для производства сжатого воздуха, используемого в различных технологических процессах.

#### Применение

- подготовка барьерного воздуха для системы газодинамических уплотнений ГПА;
- вентиляция магнитного подвеса ротора агрегата;
- питание пневмоарматуры и приборов КИПиА;
- подключение пневмоинструмента и пр.

Воздушные компрессорные станции «Грасис» предназначены для работы в жестких климатических условиях от -60 до +50 °С.

Воздух на выходе из станции БКС соответствует требованиям ГОСТ 17433-80. Класс загрязненности воздуха определяется в зависимости от области применения.

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Объемный выход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	до 10000
Давление, атм	до 30
Точка росы, °С	- 70
Температура окружающей среды во время работы, °С	- 50 ... + 40
во время хранения, °С	- 60 ... + 50
Время выхода на рабочий режим	не более 10 мин

#### Преимущества

- Использование качественных и надежных комплектующих ведущих мировых производителей
- Полная автоматизация благодаря использованию современной высокоинтеллектуальной системы контроля и управления GRASYS Intelligent Control-7
- Быстрый запуск и остановка системы
- Эксплуатация в широком температурном диапазоне
- Низкие эксплуатационные затраты. ●
- Возможность установки дополнительного оборудования, компрессорного оборудования различных типов
- Предусмотрено 100%-ное резервирование по компрессорам (для работы на особо важных объектах предусмотрено 200%-ное резервирование)
- Блочно-модульное исполнение
- Сдвоенная или строенная конструкция, при которой возможно техническое обслуживание внутри станции
- Скрытая вентиляция



**Д. Трамп**

Тарифы – одно из самых красивых слов, которые я когда-либо слышал



**Н. Моди**

Сотрудничество между Индией и США может превратиться в мегартнерство



**К. Хансен**

Навоз и пищевые отходы могут использоваться для генерации биогаза, что позволит прекратить поставки газа из России



**А. Лукашенко**

Не будешь смотреть в будущее – жизнь твоя недолгая



**Р. Гросси**

СВПД – пустая оболочка



**Х. Абдель-Гани**

Багдад будет получать от Курдистана 300 тысяч баррелей в сутки



**Г. Палуцкас**

Увеличение цен на электроэнергию не связано с недавним выходом страны из энергокольца БРЭЛЛ



**С. Уоттс**

Предприятия, которые занимаются улавливанием и хранением углекислого газа, будут получать вознаграждение



**М. Решетников**

Обсуждение вопроса о введении платы за выбросы парниковых газов является нецелесообразным

РЕКЛАМА



**Анна Нестерова**

основатель бренда

[palekhwatch.ru](http://palekhwatch.ru)



# VITZRO CELL

с 1987 года

Скважинные телеметрические системы (MWD/LWD) и технологии инспектирования трубопроводов (PIG) широко используются в нефтегазовой отрасли для повышения эффективности работы предприятий



#### БЕЗОПАСНОСТЬ:

- повышенная ударопрочность и вибрационное сопротивление
- компактность и надежность
- соблюдение необходимых мер безопасности при производстве батарей



#### ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ:

- проведение испытаний
- проведение полевых работ и подготовка отчетов
- инженерная поддержка



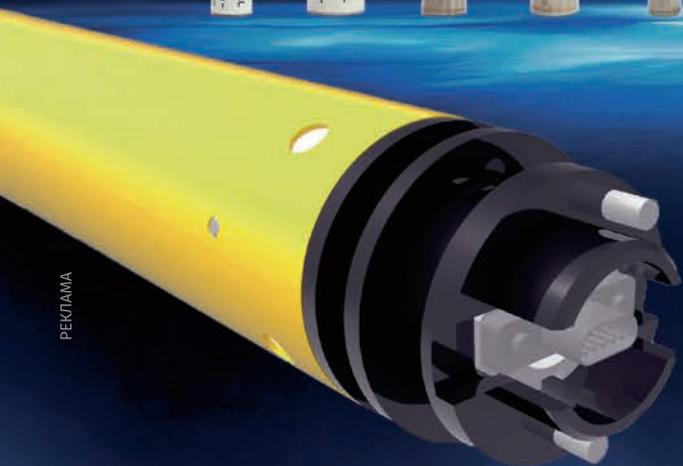
#### ПРЕИМУЩЕСТВА:

- надежный испытательный центр
- вертикально интегрированные производственные процессы
- наличие сертификатов взрывозащиты ATEX/ISO9001/14001/RoHS/UL/Trans. Certi



#### МОДЕЛЬНЫЙ РЯД:

- 10 моделей для MWD и LWD
- 3 модели для PIG & subsea
- индивидуальные модели батарей MWD/LWD/PIG



## VITZROCELL

**230**  
КЛИЕНТОВ

Vitzrocell имеет более 230 стратегических партнеров

**50** СТРАН

Vitzrocell широко известна в более чем 50 странах и продолжает расширять географию своего присутствия на рынке элементов питания

**3**  
МИЛЛИАРДА

На данный момент Vitzrocell произвела и поставила более 3 миллиардов батарей своим клиентам во всем мире

**с 1987**  
ГОДА

Vitzrocell является одним из самых надежных производителей литиевых первичных батарей с 1987 года

**15**  
МИЛЛИОНОВ

С 2002 года было выпущено более 15 миллионов высокотемпературных батарей

ООО «АК Бустер»  
г. Санкт-Петербург  
Высокотемпературные и низкотемпературные первичные литиевые элементы  
Tel: +7 812 380-74-38  
E-mail: ak@buster-spb.ru

Антарес  
Санкт-Петербург  
Источники тока высокой температуры, источники тока низкой температуры  
Tel: +7 921 956 3725  
E-mail: i\_han@mail.ru

НПО Свободная Энергия  
г. Томск  
Высокотемпературные элементы и батареи  
Tel: +7 3822 555-777  
E-mail: info@freepower.pro, gerulsky@freepower.pro

ООО «Геолит»  
Нижевартовск  
Высокотемпературные элементы и батареи  
Tel: 8(3466)313133  
E-mail: mwd\_batt@mail.ru



[www.youtube.com/vitzrocell](http://www.youtube.com/vitzrocell)

[www.vitzrocell.com](http://www.vitzrocell.com)

**VITZRO**  
**CELL**