



ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ  
МОРСКИХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ

БОРЬБА ЗА  
АРКТИЧЕСКИЙ  
ШЕЛЬФ

ПОДВОДНОЕ  
ОБУСТРОЙСТВО  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ

ДЕЛОВОЙ ЖУРНАЛ

# Neftegaz.RU

## OFFSHORE

ISSN 2410-3837

7 [151] 2024

ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ  
ДЛЯ ШЕЛЬФА



Входит в перечень ВАК (К1)



# НОВЫЕ ПОДХОДЫ К БЕЗОПАСНОСТИ ТЭК



ВЗГЛЯД ИЗ КОСМОСА ↗



СИЗ ↗



↗ РОБОТЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ



БПЛА: УГРОЗА И ЗАЩИТА ↗



↗ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ



ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ↗



↗ ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР



СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ СООРУЖЕНИЙ ↗



ЗАЩИТА ДАННЫХ ↗



НОВОСТИ ↗



ПОЛИТИКА БЕЗОПАСНОСТИ ↗



ЗАЩИТА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ↗





## Цифровые решения для шельфа



14

## Анализ применимости различных способов электроснабжения технологических объектов морских месторождений



28

# СОДЕРЖАНИЕ

## Геологоразведочные работы ПАО «Газпром» на арктическом шельфе как основа развития газодобывающего комплекса России



34

## Тенденции борьбы за арктический шельф приарктических государств



38

Эпохи НГК 4

### РОССИЯ *Главное*

ТРИЗ, или Откуда берутся технологии 6

Новый план по изучению шельфа 8

*События* 10

*Первой строчкой* 12

### ЦИФРОВИЗАЦИЯ

Цифровые решения для шельфа 14

Нейросетевой анализ 22

### ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ

Анализ применимости различных способов электроснабжения технологических объектов морских месторождений 28

### АРКТИКА

Геологоразведочные работы ПАО «Газпром» на арктическом шельфе как основа развития газодобывающего комплекса России 34

Тенденции борьбы за арктический шельф приарктических государств 38

Риски освоения природных ресурсов российской Арктики 46

### ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

Время для движения вперед: российские антикоррозионные покрытия и ЛКМ для продления жизни оборудования 50

### ПРОМЫСЛОВАЯ ХИМИЯ

Тампонажные растворы в зоне многолетнемерзлых пород 52

## О мерах государственной поддержки нефтегазовой отрасли



58

## Современные исследования по проблеме геологии газовых гидратов



70

## Совершенствование схемы подводного обустройства удаленных газоконденсатных месторождений



76

## Обоснование применения методов ТГВ на Приобском месторождении при различных схемах налогообложения



90

*Календарь событий* 57

### ГОСРЕГУЛИРОВАНИЕ

О мерах государственной поддержки нефтегазовой отрасли 58

Институциональный подход к государственному регулированию НГК 60

*Хронограф* 69

### НЕФТЕСЕРВИС

Современные исследования по проблеме геологии газовых гидратов 70

Совершенствование схемы подводного обустройства удаленных газоконденсатных месторождений 76

*Россия в заголовках* 85

Технологии акустического воздействия на газонасыщенные среды 86

### ЭКОНОМИКА

Обоснование применения методов ТГВ на Приобском месторождении при различных схемах налогообложения 90

Нефть Саудовской Аравии: международные и экономические аспекты 94

### MODUS VIVENDI

Курорт Sheraton Maldives Full Moon Resort & Spa стал новым домом для кораллов 100

*Новости науки* 102

*Нефтегаз Life* 104

*Классификатор* 106

*Цитаты* 112



## 221 год назад

В 1803 году житель Баку Гаджи Касумбек Мансурбеков соорудил два колодца для добычи нефти со дна Каспийского моря в Биби-Эйбатской бухте на расстоянии 18 и 30 метров от берега, которые эксплуатировались до 1825 года.

## 169 лет назад

В 1855 году по заказу братьев Нобель для экспорта бакинской нефти по Черному морю построен первый нефтеналивной танкер «Свет».

## 158 лет назад

В 1866 году собрание нефтепромышленников Пенсильвании договорилось, что базовым значением в торговле нефтью станет баррель, бочка вместимостью 42 галлона – 159 литров.

## 138 лет назад

В 1886 году английский инженер Свон построил океанский нефтеналивной пароход Glückauf, способный перевозить более 3000 тонн нефти.

## 133 года назад

В 1891 году в калифорнийской части Тихого океана была пробурена наклонная скважина на расстоянии 250 метров от берега.

## 128 лет назад

В 1896 году горный инженер Л.К. Згленицкий подал прошение с целью отвести ему участок морского дна для поисков и добычи нефти. Бурение он намеревался производить с площадок, сооружаемых на сваях.

## 99 лет назад

В 1925 году из первой в мире скважины, пробуренной в море с деревянной платформы, была получена нефть.

## 75 лет назад

В 1949 году в 42 км от Апшеронского полуострова на эстакадах для добычи нефти со дна Каспийского моря был построен поселок Нефтяные Камни.

## 65 лет назад

В 1959 году на суше у побережья Нидерландов было открыто Гронингенское газовое месторождение.

## 47 лет назад

В 1977 году в испанской части Средиземного моря на месторождении Castellon компания Shell впервые применила плавучую установку.

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., ФГОБУ 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-Данилян 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 Короленко  
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, Благовещенский 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»

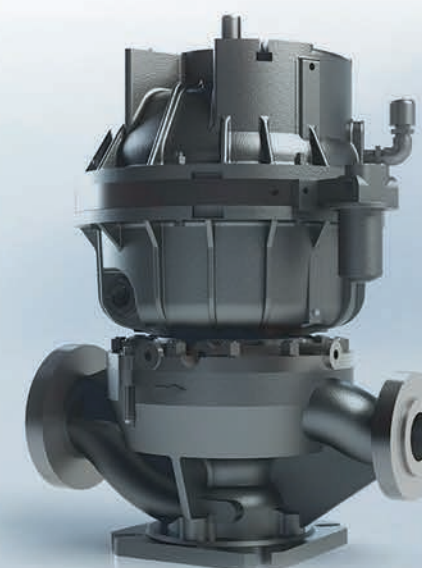
Заявленный тираж  
8000 экземпляров



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



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



Вертикальный насос (OH6)

### 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), Руссоко и ПК ОП Шымкентский НПЗ

РЕКЛАМА



Цех



Испытательный стенд



Сервис на площадке Сибур

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



Более **3 %**  
бюджета составили  
расходы России на науку  
в 2023 году

**47 место**  
занимает Россия  
по степени инновационной  
активности

**5,4 %**  
составляет доля  
расходов на НИОКР  
в ВВП Израиля

**6 место**  
занимает Россия  
по количеству нобелевских  
лауреатов

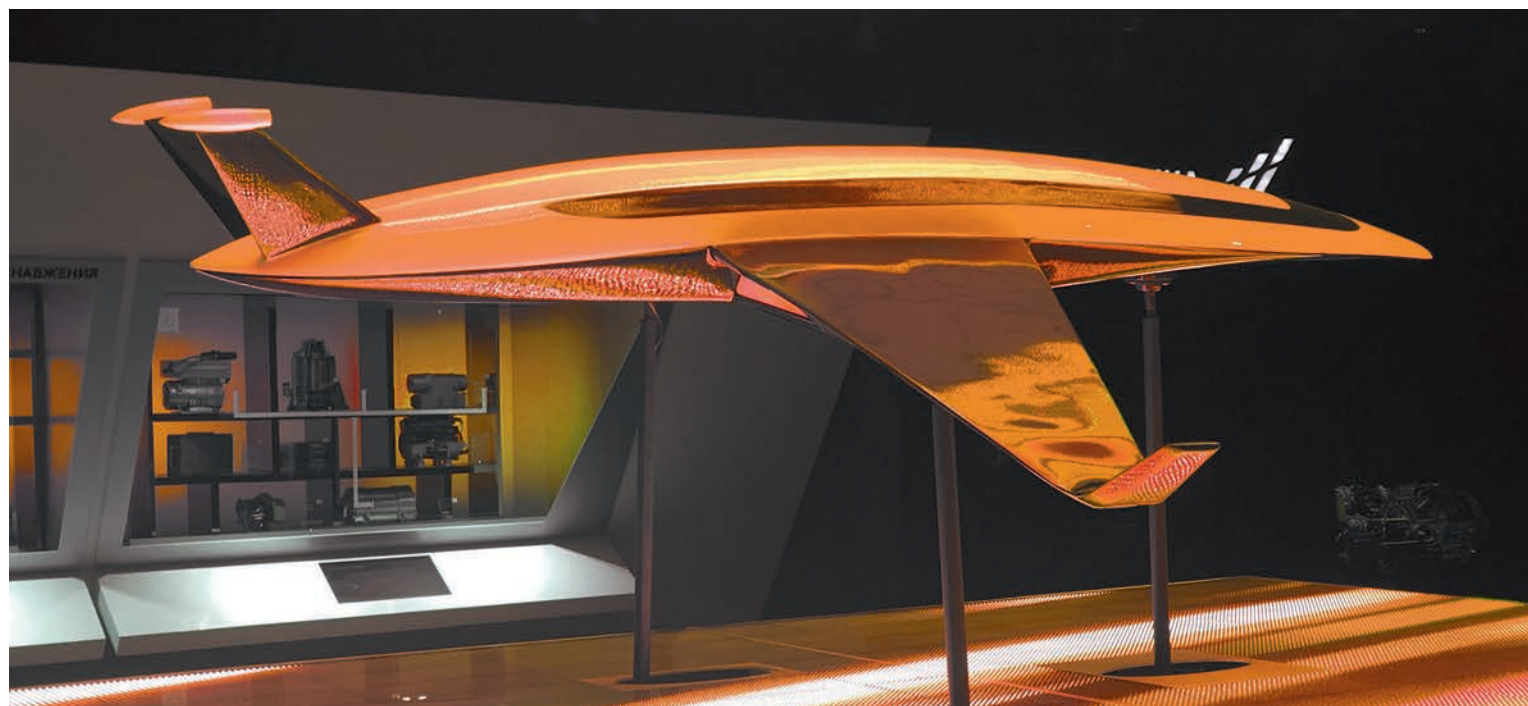
## ТРИЗ, или Откуда берутся технологии

Анна Павлихина

ТРИЗ – теория решения изобретательских задач, помогающая появиться на свет новым технологиям, располагает четырьмя десятками методов. В запасе отраслевых министерств порядка двухсот инструментов поддержки, которые должны помогать создавать технологические инновации. В разных комбинациях или по отдельности эти методы поддержки применяются для появления российских разработок, но, несмотря на многолетние усилия, принципиально ситуация не меняется: энергетический сектор зависим от иностранных технологий сегодня и не обеспечен гарантией изменения ситуации в будущем. В качестве подтверждения можно привести недавнее предложение Минэнерго снизить уровень локализации энергооборудования из-за частых жалоб о нарушениях сроков поставки и в разы увеличившейся цене нового оборудования. При этом производители энергии признаются, что введенные ранее послабления по локализации нивелировали эти негативные моменты.

Ответственные за решение вопроса технологического развития министерства разработали законопроект о технологической политике в РФ, уже принятый в первом чтении. Цель документа – технологический суверенитет, достичь которого можно посредством проектов, направленных на обеспечение серийного производства высокотехнологичной продукции и «достижение в области критических технологий технологического паритета с иностранными государствами, являющимися лидерами в соответствующей области».

Разговоры о необходимости совершить технологические прорывы по ряду обозначенных правительством направлений ходят давно. В прошлом году в рамках обсуждения законопроекта «О технологической политике в РФ» Минэкономразвития заявило о необходимости создания системы управления полным циклом разработки собственных технологий, для чего



законодательно формируется набор инструментов и полномочий. При этом речь шла о «достижении технологической независимости». Еще раньше в майских указах президента «О национальных целях развития РФ» говорится о «технологическом лидерстве». Разница очень существенная. «Технологическая независимость» предполагает создание российских оборудования и технологий, необходимых для функционирования предприятий на существующем уровне. Это может быть локализация, реинжиниринг, т.е. задача не предполагает прорывных научных достижений, а лишь импортозамещение по всем параметрам.

Технологическое лидерство – принципиально другая цель. Она обязывает задавать тон научного прогресса, представляя миру технологии, меняющие положение вещей. Ни о каком «паритете с иностранными государствами, являющимися лидерами в соответствующей области» речь уже не идет, ведь лидер потому и лидер, что он опережает страны, доминирующие в создании конкретных технологий для конкретной отрасли промышленности. И таким лидером, согласно выдвинутой задаче, надо стать

в отношении целого ряда направлений, причем самых инновационных, в освоении которых нынешние доминанты разделяют первенство между собой.

Сегодня лидерство в области научных разработок принадлежит США, в зависимости от критерия они делят ведущие позиции с другими странами. Так, по количеству ученых, получивших Нобелевские премии, страна – безусловный лидер, учитывая доли расходов на НИОКР США уступают Израилю и Швеции, по степени инновационной активности США находились на втором месте, уступая Швейцарии, Россия по этому параметру на 47 месте.

Перешагнуть эти 47 ступеней, т.е. преодолеть технологическую отсталость, добиться технологического суверенитета и выйти в технологические лидеры и должен помочь новый законопроект.

Для достижения поставленных целей предлагается сформировать перечни и классификаторы технологий, вести реестры участников, утвердить расчет показателей, характеризующих достижение технологического суверенитета, перечни критических

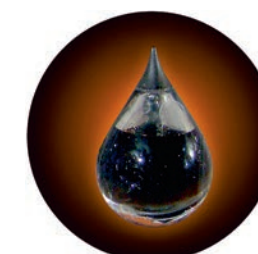
и сквозных технологий и видов технологической продукции. Паспорт нацпроекта должен содержать срок реализации, обязательства участников, меры государственного стимулирования и имущественной ответственности за неисполнение обязательств, особое место отводится вопросу интеллектуальной собственности. Т.о. законопроект создает организационную и правовую основу, но не решает вопроса появления самих технологий (что, вероятно, и невозможно, вопреки заявленной цели).

Правительство, само собой, интересуют прикладные технологии, которые будут повышать эффективность производства, но возможны ли они без теоретических исследований? Иными словами, для разработчиков законопроект технологическое лидерство и научное лидерство – это одно и то же?

Новые технологии, достойные технологического лидера, – это всегда научные разработки. Учитывая вызовы, стоящие перед современной промышленностью и наукой, речь идет об искусственном интеллекте, нанотехнологиях, робототехнике.

В 2023 году министр науки и высшего образования В. Фальков сообщил о самых значительных за последнее десятилетие расходах на научные исследования – более 3% бюджета. На фоне мировых инвестиций цифра выглядит значительной, особенно учитывая задачу выхода на уровень мирового лидера.

Списывая формулировки задач на вечный оптимизм, надо отметить ряд положительных моментов. Большим достижением видится ускоренная сертификация, механизмы, сокращающие путь от разработки до внедрения и расширение права на риск (в кулуарных обсуждениях неоднократно звучали опасения на предмет грантов, соглашаться на которые чревато в таком непредсказуемом вопросе, как открытия и изобретения, ведь месяцы лабораторной работы могут не дать никакого практического результата. ●





# НОВЫЙ ПЛАН ПО ИЗУЧЕНИЮ ШЕЛЬФА

Анастасия Гончаренко

Минприроды РФ совместно с Роснедрами разработали федеральный проект «Континентальный шельф Российской Федерации», предусматривающий мероприятия, направленные на геологоразведочные работы на континентальном шельфе и работы по продолжению обоснования расширения его внешних границ.

В декабре 2023 г. в Чукотском море впервые за тридцать лет исследований ученые обнаружили выход газа из осадков на дне толщи воды. Это имеет важное академическое и практическое значение, так как указывает на наличие высокого давления газовых флюидов в этом районе. По данным министерства, выделение отдельного целевого финансирования проекта позволит обеспечить геополитические интересы и устойчивое присутствие России в Арктике, сохранит лидерскую позицию страны как морской научной державы.

В апреле 2024 г. Росгеология поделилась итогами работы инженерно-геологического флота на шельфе российского сектора Арктики: за 2023 г. было выполнено бурение 103 малоглубинных скважин различного назначения общей проходкой 4284 м, в целом с 2019 по 2023 гг. объем малоглубинного бурения с использованием судов инженерно-геологического флота составил 16,6 тыс. м, пробурено 567 скважин, включая 30 стратиграфических, 9 пилотных и 528 инженерно-геологических. Этого объема работ критически мало для развития фундаментальной науки и коммерческих исследований.

Важное значение проект изучения шельфа имеет и для компаний-владельцев сейсморазведочных судов ледового класса – Росгеологии и Морской арктической геологоразведочной экспедиции, поскольку его реализация позволит загрузить их флот работой.

В декабре 2021 г. Росгеология заявляла о планах по обновлению флота, утилизации устаревших судов и строительству новых стоимостью более 8 млрд руб., программа на тот момент находилась на стадии обсуждения с Минфином, Минпромторгом и судостроителями, но о конкретных решениях объявлено не было. ●

## Рейтинги Neftegaz.RU

В 2023 году человечество побило рекорд выбросов углекислого газа. Согласно данным Energy Institute, объемы выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу превысили 40 млрд т. Глобальное сообщество активно обсуждает необходимость борьбы с изменением климата, а промышленность развитых стран переходит на ВИЭ. Почему, несмотря на это, выбросы в атмосферу увеличиваются?

**Почему растет объем выбросов углекислого газа, несмотря на усилия по борьбе с изменениями климата?**

**15%**  
После ухода российских энергоносителей с европейского рынка страны ЕС начали возвращаться к использованию угля

**57%**  
В то время как в Европе растет доля ВИЭ, в Азии увеличивается спрос на углеводородные ресурсы

**8%**  
Причина не только в работе промышленных предприятий, но и в пожарах, которые возникают по всей планете

**10%**  
С каждым годом увеличивается количество автотранспорта, что влияет на объем выбросов в атмосферу

При модернизации и строительстве объектов крупной генерации, инвестор обязан устанавливать только российское оборудование, при этом энергетики неоднократно заявляли о нарушениях сроков поставки, что приводит к задержкам ввода ТЭС. За 2021–2023 гг. цена нового оборудования для топливной промышленности и стоимость сервисного обслуживания в среднем выросли на 70%. Что необходимо предпринять для обеспечения бесперебойных поставок?

**Какие меры необходимы для снижения стоимости и оптимизации поставок основного энергетического оборудования?**

**25%**  
Снижение требований к локализации такого оборудования, как турбины, котлы и трансформаторы

**15%**  
Введение ответственности поставщиков за нарушение сроков поставки в виде штрафов

**38%**  
Налаживание серийного выпуска российского оборудования

**12%**  
Финансирование институтов, занимающихся конструкторскими разработками

**10%**  
Снижение стоимости российского оборудования

## 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 НТСJ (сертифицирован Saudi Aramco)  
Размеры: 2"-16"  
Диапазон давления: 150~900 фунтов  
Диапазон температур: -40°С~+320°С



Пилотный предохранительный клапан модуляционного типа серии НТХD  
Размеры: 1" X2"-10" X14"  
Диапазон давления: 150~2500 фунтов  
Диапазон температур: -196°С~+538°С



Устройство сброса давления игольчатого разрушительного типа серии НТБP (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@calt11.cn  
Тел.: +86-13811709811 +86-10 87094555  
Факс: +86-10 87094561  
Почтовый индекс: 100176



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

Второй венка ВСТО  
Богучанская ТЭС запущена  
Продажа квот  
Юзевский поток  
Цены на газ  
Дочли руки до Арктики  
Северный поток достроили

## Новая лава на Распадской

На шахте Распадская ввели в работу новую лаву с промышленными запасами более 3 млн т угля. Протяженность нового выемочного участка составляет 1,5 км, длина лавы – 300 м. Был выполнен весь комплекс горно-капитальных, проходческих и монтажных работ. В рамках подготовки бригады проходческого участка № 19 прошли более 10 км горных выработок по пласту 6-6а. Отработка запасов угля ведется на глубине около 500 м. В лаве смонтированы цифровые системы машинного зрения, которые позволяют круглосуточно в режиме онлайн отслеживать все технологические процессы, установлены цифровые датчики работы очистного оборудования и аэрогазового контроля. Тепловизионные видеокамеры отслеживают возможное нагревание лавного привода и горного массива. Впервые в Распадской угольной компании по всей длине выемочного участка применили систему видеонаблюдения, включающую 18 видеокамер, обеспечивающих полный круговой обзор. К 2027 г. компания планирует построить угледобывающий комплекс, включающий в себя очистной забой с безлюдной технологией добычи угля.

## НДПИ вместо экспортной пошлины

Комитет Госдумы по бюджету и налогам рекомендовал нижней палате парламента принять

**TotalEnergies и NNPC инвестируют 550 млн долл. в строительство ГПЗ для Нигерии, производственная мощность составит 106,7 млн м<sup>3</sup> природного газа и 10 тыс. барр. газового конденсата в сутки. Нигерия обладает крупнейшими в Африке запасами природного газа (более 5,7 трлн м<sup>3</sup>) и является крупнейшим африканским экспортером СПГ**

в первом чтении законопроект, предусматривающий донастройку налоговой системы РФ, в частности, увеличение НДС для добычи железной руды, удобрений, угля, алмазов и золота. Для энергетического и коксующегося угля предлагается установить дополнительную надбавку к ставке НДС в размере 10% от превышения цен в морских портах Дальнего Востока, вводится НДС на золото, увеличивается адвалорная ставка налога при добыче драгоценных и полудрагоценных камней. Это приведет к дополнительным поступлениям в бюджеты порядка 23,1 млрд руб. в год. Увеличение размера рентного коэффициента КРЕНТА при добыче калийных солей до 8,8, а при добыче апатит-нефелиновых, апатитовых и фосфоритовых руд до 15,5 приведет к дополнительным доходам в размере 10,3 и 14,3 млрд руб. в год соответственно. Увеличение НДС, как заявляют разработчики законопроекта, с одновременным отказом от взимания с 1 января 2025 г. «курсовой» экспортной пошлины не приведет к снижению прибыли компаний

и, соответственно, к потерям бюджетов регионов по налогу на прибыль организаций.

## Первый российский флот ГРП

Газпром нефть совместно с партнерами успешно завершила единые отраслевые испытания первого отечественного флота для гидравлического разрыва пласта. Первый российский флот ГРП получил сертификат ИНТИ о готовности к серийному производству и промышленному применению. Флот включает 12 агрегатов на собственных шасси. В состав в т.ч. входят гидратационная, насосная, смесительная установки, установка подогрева жидкости, машины перевозки емкостей, манифольдов, подачи сыпучих материалов, химдобавок, управления и полевая лаборатория. Комплекс позволяет обеспечить давление на устье скважины порядка 1000 атм и проводить ГРП на глубинах 3,5–4 км. В составе комплекса системы автоматического управления и контроля. Локализация испытанного флота ГРП превысит 80%, еще предстоит заместить на российские такие элементы, как трансмиссия, коробка переключения передач, ДВС и гидравлика. Для поддержания существующих объемов ГРП потребуется 7–9 комплектов в год, но с учетом ухудшения структуры запасов потребность в оборудовании ГРП может достичь 35 флотов в год к 2030 г.

**Третья солнечная электростанция норвежской Equinor в Польше начала работу в тестовом режиме. СЭС расположена в Великопольском воеводстве в центральной части Польши. Станция, мощностью 53 МВт разработана и будет эксплуатироваться польской компанией Wento**

## 14-й пакет санкций

Страны Евросоюза утвердили новый пакет санкций против России. Вводится запрет на услуги по перевалке российского СПГ на территории ЕС с целью его отправки в третьи страны. Еврокомиссия будет следить за выполнением этого решения и при необходимости может смягчить меры. ЕС запретит новые инвестиции и поставку товаров и услуг для завершения строящихся СПГ-проектов. Вводятся ограничения на импорт российского СПГ через терминалы ЕС, не подключенные к системе газопроводов. Также введены санкции против 27 судов из «теневых флотов», используемых для обхода потолка цен. Вводится запрет на посадку, взлет или полет над территорией ЕС самолетов, которые выполняют частные перелеты по заказу физических и юридических лиц из России, Расширен запрет на перевозку грузовым автотранспортом по территории ЕС. Ограничения коснулись также Системы передачи финансовых сообщений, европейским организациям, работающим за пределами РФ, запрещено подключаться к СПФС или эквивалентным службам. Дополнительные ограничения введены на экспорт товаров, которые способствуют укреплению промышленного потенциала РФ, в том числе марганцевых руд, пластмассы, электрооборудования, гелия из России. 14-й пакет санкций наложит ограничения на прием заявок на регистрацию в ЕС

**Финляндия первой в ЕС начала добычу урана. Выход на полную мощность ожидается в 2026 году, к этому моменту объем производства составит 200 т в год. Добыча ведется на промплощадке Soikamo и ожидается, что она продлится следующие 30 лет. Уран будут перерабатывать за границей, после чего использовать в производстве ядерной энергии**

**Финский технологический концерн Wärtsilä представил первую в мире электростанцию, полностью работающую на водороде. Платформа водородного двигателя основана на уже существующей силовой установке Wärtsilä. Ожидается, что двигатель будет доступен для заказов в 2025 г.**

некоторых прав интеллектуальной собственности от российских граждан и компаний.

## Газпром начал строительство Южно-Якутской ТЭС

Газпром энергохолдинг начал строительство Южно-Якутской ТЭС мощностью 330 МВт. По словам регуляторов, станция нужна для покрытия энергодефицита в энергосистеме Востока, объем которого в 2026 г. превысит 2,8 млрд кВт·ч, возникающего из-за затяжного строительства двух блоков Нерюнгринской ГРЭС РусГидро, а также растущего экспорта энергии в Китай. ТЭС поможет решить задачу электрификации железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона Российских железных дорог. После строительства и подключения газопровода-отвода протяженностью 8,5 км станция будет крупным потребителем природного газа из МГП Сила Сибири-1 (потребление – 0,5 млрд м<sup>3</sup> газа в год). Предполагается, что ТЭС будет введена в эксплуатацию в два этапа: сначала будут введены

две ГТУ общей мощностью 220 МВт, на втором этапе будет построена паровая турбина мощностью 110 МВт. На ТЭС будут использованы китайские турбины AGT-110 – аналог российской ГТД-110М. Паросиловое оборудование поставят российские компании. Стоимость газовой ТЭС превысит 500 млн долл.

## Полигон интенсивного типа

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН начинает работу по созданию Верхнеуссурийского полигона – первого углеродного полигона интенсивного типа. Полигон будет заложен на территории, где 60% площади занимают леса, относящиеся к малонарушенным лесным экосистемам, остальная часть подвергалась выборочным рубкам более 50 лет назад. Предстоит выполнить экспресс-оценку растительной и почвенной части на 346 точках, полученные результаты станут основой для закладки 30 постоянных пробных площадей и проведения более детальных исследований. Полигоны интенсивного типа необходимы для оценки взаимосвязей между основными компонентами экосистем в процессах накопления углерода и связанных с ним показателей. Научный консорциум РИТМ углерода стал одним из 6 научно-образовательных центров, созданных в России для исследования изменения климата. ●

На **5,2%**

увеличилась добыча природного газа в Китае в январе – мае 2024 г., добыча нефти – на **1,8%**



На **18%**

Россия нарастила поставки нефти в КНР в январе – мае



На **0,9%**

увеличился объем промышленного производства в США в мае по сравнению с апрелем



**302,2**

млн руб. планируют вложить в модернизацию астраханских верфей в 2024 г.



**11,2** млрд долл.

привлекла Саудовская Аравия от продажи акций Saudi Aramco



На **4%**

вырос экспорт СПГ из России в январе – мае 2024 г.



На **15,4**

ГВт Индия увеличит производство электроэнергии к концу 2024 – 2025 финансового года



На **74%**

заполнены ПХГ в ЕС



На **3,4%**

сократился грузооборот российских морских портов за 5 месяцев 2024 г.



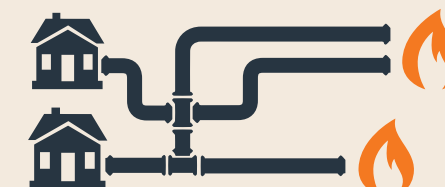
**5,3** млрд м<sup>3</sup>

природного газа поставил Азербайджан в Европу в январе – мае



К **978** тыс.

домовладений подведен газ в рамках догазификации



**50** млн

углеродных единиц зарегистрировал в нацреестре Газпром в 2023 г.



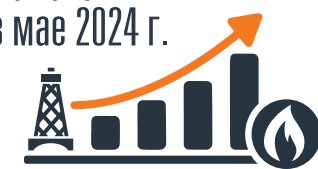
На **40,5%**

Япония сократила объемы импорта СПГ из РФ в мае



На **16,7%**

Норвегия нарастила добычу природного газа в мае 2024 г.



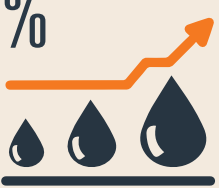
**30** млн т

нефти отгрузил КТК на экспорт с морского терминала под Новороссийском с начала года



До **41%**

Индия нарастила долю поставок российской нефти в апреле



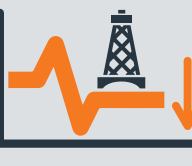
**400** тыс.

углеродных единиц выпустил СИБУР в российском реестре



На **13%**, до **359** млрд м<sup>3</sup>,

сократилась добыча природного и попутного газа Газпрома в 2023 г.



**1** млрд долл.

составляют инвестиции в строительство ЛУКОЙЛом завода по производству смазок



На **9,7%**

выросло промышленное производство в Якутии с начала года





# ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ШЕЛЬФА

## Калениченко Владислав Олегович

начальник отдела инновационных технологий  
природопользования  
Центра морских исследований МГУ  
имени М.В. Ломоносова

## Илюшина Полина Геннадьевна

руководитель Управления геоинформационных  
технологий  
Центра морских исследований МГУ  
имени М.В. Ломоносова

## Успенская Елизавета Игоревна

специалист отдела исследований и разработок,  
ООО «Моринтех»

## Сергеева Екатерина Сергеевна

специалист отдела исследований и разработок,  
ООО «Моринтех»

## Садовничий Роман Васильевич

начальник отдела исследований и разработок,  
ООО «Моринтех»

## Семенова Марина Ивановна

директор по цифровым технологиям,  
ООО «Моринтех»

## Шабалин Николай Вячеславович

генеральный директор Центра морских  
исследований МГУ имени М.В. Ломоносова,  
директор по развитию

В СТАТЬЕ РАССМАТРИВАЮТСЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СЕРВИСЫ, А ТАКЖЕ СЕРВИС МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДРЕЙФА ПЛЕНОЧНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ХОЗЯЙСТВЕННОМ ОСВОЕНИИ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ SLOYKA. ОПИСАНЫ СЕРВИСЫ, ЗАДЕЙСТВУЮЩИЕ АЛГОРИТМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ОКЕАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ И СЕГМЕНТАЦИИ ЛЕДОВОГО ПОКРОВА. ПРИВЕДЕНЫ ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УКАЗАННЫХ СЕРВИСОВ СПЕЦИАЛИСТАМИ ЦЕНТРА МОРСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА ПРИ РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

THE ARTICLE DEALS WITH HYDROMETEOROLOGICAL, ENVIRONMENTAL SERVICES, THE SERVICE FOR MODELING/FORECASTING THE DRIFT TRAJECTORY OF FILM POLLUTION OF A DIGITAL PLATFORM FOR DECISION-MAKING SUPPORT IN THE ECONOMIC DEVELOPMENT OF MARINE AREAS SLOYKA. THE SERVICES AND OPERATING ALGORITHMS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SOLVING PROBLEMS OF FORECASTING OCEAN DYNAMICS AND ICE CONDITIONS AND SEGMENTATION OF THE ICE COVER ARE DESCRIBED. EXAMPLES OF THE USE OF THESE SERVICES BY SPECIALISTS OF THE MARINE RESEARCH CENTER OF LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY IN SOLVING APPLIED PROBLEMS ARE GIVEN

Ключевые слова: хозяйственное освоение Арктики, цифровые платформы, прогнозные модели, нейросети, углеродный след, особо охраняемые природные территории, спутниковый мониторинг, пленочные загрязнения.

Северный морской путь (СМП) проходит по акваториям Арктической зоны РФ, включая Карское море, море Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря. Он имеет стратегическое значение, соединяя порты европейской части России, Сибири и Дальнего Востока и являясь важной судовой магистралью. С каждым годом суда все активнее используют Северный морской путь как относительно короткий и экономически выгодный маршрут для транспортировки грузов. Согласно плану развития СМП на период до 2035 года, утвержденному Правительством РФ в августе 2022 года, прогнозируемый объем грузопотока по данной магистрали должен составить 80 млн т в 2024 году, 150 млн т в 2025 году и 220 млн т в 2030 году [1].

Экстремальные природно-климатические условия Арктической зоны, в частности сложная ледовая обстановка, в значительной степени обуславливают сложность навигации в арктических акваториях. Это повышает ценность получения точных прогнозов гидрометеорологической и ледовой обстановки. Общее увеличение интенсивности освоения Арктической зоны, связанное в том числе с разработкой нефтегазовых месторождений, строительством и эксплуатацией хозяйственных объектов, требует регулярной оценки степени судовой нагрузки, мониторинга экологической ситуации в регионе, позволяющих своевременно прогнозировать опасные природные явления, а также фиксировать и предупреждать случаи негативного техногенного воздействия на экосистемы. Эффективным способом получения актуальной комплексной информации о ситуации в арктических акваториях может являться использование комплекса из измерительного оборудования, специализированного программного обеспечения (далее – ПО) и решений, основанных на применении передовых технологий искусственного интеллекта (ИИ), для анализа данных. ООО «Моринтех» (ИТ стартап, участник «Сколково») разработал цифровую платформу, представляющую собой единую точку доступа к различным морским данным, необходимым при хозяйственном освоении морских акваторий. Платформа также предоставляет доступ к различным средствам и инструментам обработки и анализа данных, возможность подключения измерительного оборудования и сторонних сервисов.

## ФАКТЫ

До **220**  
МЛН Т

увеличится объем  
грузопотока по СМП  
к 2030 году

ПО «Цифровая платформа для поддержки принятия решений при хозяйственном освоении морских акваторий» (торговое название – SLOYKA) предназначено для решения задач по поддержке принятия решений в рамках производственной деятельности компаний, осуществляющих экологическое сопровождение морских проектов, инженерные изыскания, гидрометеорологические и ледовые исследования, научные исследования и разработки, за счет внедрения методов и алгоритмов ИИ и увеличения скорости обработки и анализа информации через автоматизацию рутинных процессов (внедрение системы сбора данных в режиме реального времени с измерительного оборудования, формирование отчетов и т.п.). Предлагаемое решение является комплексным и учитывает основные факторы, являющиеся критичными для морской логистики в Арктике. Работа продукта основана на исследовании предыдущего опыта и накопленных знаний компании-партнера – Центра морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова (далее – ЦМИ МГУ), оперативном анализе и моделировании гидрометеорологической, ледовой и экологической обстановки с использованием непрерывной обработки большого объема данных, алгоритмов ИИ, имитирующих функции восстановления зависимостей.

В статье приведено описание ряда сервисов платформы SLOYKA и опыт их применения в ЦМИ МГУ для получения информации по гидрометеорологической и ледовой обстановке, расчета



величины выброса парниковых газов, отслеживания случаев пересечения зон запрета плавания и нарушения скоростного режима, моделирования и прогнозирования дрейфа пленочных загрязнений.

### Гидрометеорологический сервис

Гидрометеорологический сервис на платформе SLOYKA обладает широким функционалом и большим объемом доступных данных. На платформе осуществляется сбор и обработка фактической информации с гидрометеорологических станций и автоматического измерительного оборудования (автоматические метеорологические станции, автоматические донные станции – АМС и АДС). Также пользователям доступна прогностическая информация на срок до 10 дней по всему миру.

Для работы сервиса используются данные из различных источников. В платформу интегрирована глобальная прогностическая модель GFS (Global Forecast System). Это самая известная модель, разработанная Национальным центром прогнозов США (National Centers for Environmental Prediction). Ее достоинством является то, что она покрывает всю земную поверхность и охватывает все слои атмосферы и океана, что позволяет получать данные из любой точки мира. GFS состоит из четырех отдельных моделей: атмосферы, океана, земной поверхности/грунта и морского льда. Благодаря их совместной работе можно получить полную картину о прогнозируемых погодных условиях.

Также реализована загрузка данных с портала Copernicus. Copernicus является частью глобальной международной программы по созданию систем мониторинга Земли, которые собирают и обрабатывают данные из множества источников: космических снимков, данных глобальных и региональных прогностических моделей, фактических наблюдений и других. Программа координируется Европейской комиссией в сотрудничестве с Европейским космическим агентством (ЕКА). Отличительной особенностью портала является открытая база данных, включающая в себя информацию, получаемую из следующих сервисов: сервис мониторинга атмосферы, океана, земной поверхности, изменений климата, безопасности и управления чрезвычайными ситуациями. В будущем планируется интеграция прогностических моделей ЦМИ МГУ.

Отдельно следует сказать о сервисе MariNet, разработанном специалистами по машинному обучению ООО «Моринтех». Сервис MariNet использует современные технологии ИИ (нейронные сети) для решения задач обработки данных (скорость и направление течений, уровень моря, скорость и направление дрейфа льда, концентрация и толщина льда) и эффективного прогнозирования динамики океанических процессов и ледовой обстановки. Архитектура нейронной сети MariNet позволяет ей устанавливать временные зависимости в поступающих на вход данных, что дает возможность более точно оценивать состояние прогнозируемых значений и, следовательно, повышает качество прогноза. Было проведено сравнение результатов работы модели MariNet с такими прогностическими моделями, как PhyDNet и FourCastNet на примере прогноза течений и уровня моря. PhyDNet является одной из самых современных

## ФАКТЫ SLOYKA

цифровая платформа для поддержки принятия решений при решении задач хозяйственного освоения за счет внедрения методов ИИ и увеличения скорости обработки и анализа информации через автоматизацию рутинных процессов

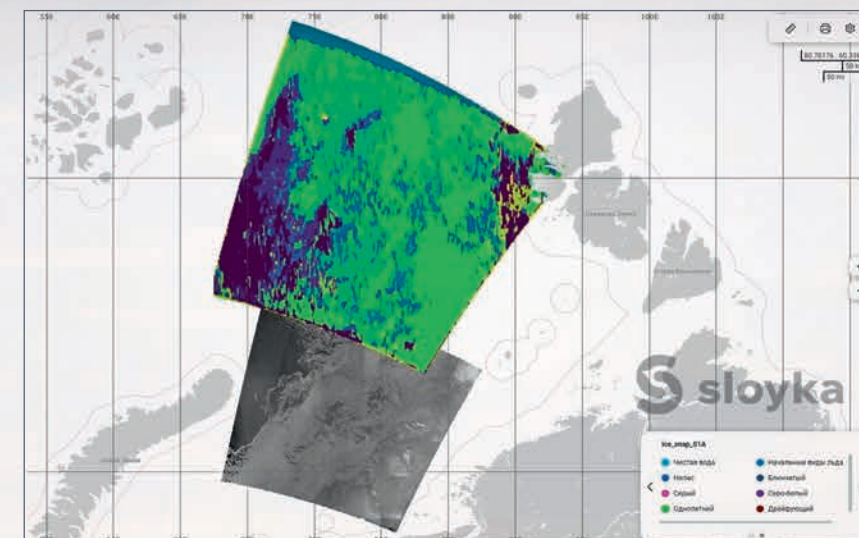
моделей машинного обучения, используемой для прогнозирования погоды, гидродинамики и других физических явлений [5]. FourCastNet – это глобальная нейросетевая модель прогнозирования погоды, сопоставимая с классической численной моделью, используемой Европейским центром среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF) [6]. Сравнение показало, что метрики RMSE (среднеквадратичная ошибка) и Bias (ошибка, вызванная ложными предположениями в алгоритме обучения) у модели MariNet значительно ниже. В то же время средние значения параметра Correlation (мера взаимосвязи переменных друг с другом) всех трех моделей умеренные и находятся в пределах 0,4–0,5 [4]. Данные результаты показывают, что модель MariNet не уступает прогностическим моделям PhyDNet и FourCastNet в точности среднесрочных прогнозов динамики океана.

Список прогностических параметров постоянно расширяется. В настоящее время на платформе доступна прогностическая информация об атмосфере (давление, температура, осадки, ветер, относительная влажность, дальность видимости), морях (уровень моря, скорость и направление течений, общее волнение, ветровое волнение и зыбь) и ледовой обстановке (концентрация, скорость и направление дрейфа, возраст и толщина льда).

В платформу также интегрирован разработанный сервис автоматической сегментации ледового покрова по спутниковым радиолокационным снимкам, основанный на использовании алгоритмов ИИ. Сервис позволяет получать информацию о классах льда, представленных на спутниковом изображении: начальные виды льда, нилас, блинчатый лед, серый лед, серо-белый лед, однолетний лед, припай (рис. 1).

На платформе предусмотрена работа с прогностическими слоями и слоями фактических данных. При работе с прогностическими данными пользователь сам может выбрать форму визуализации для каждого отображаемого слоя: это может быть градиентная заливка или изолинии (рис. 2). Для векторных величин в случаях, когда необходимо отобразить направление

РИСУНОК 1. Автоматическая сегментация ледового покрова

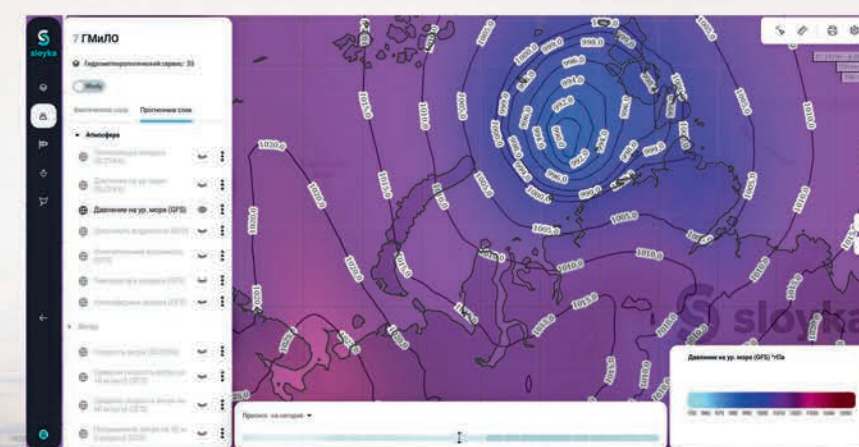


(направление ветра, волн, течений, дрейфа льда и др.), предусмотрена визуализация в виде стрелок, а в будущем будет добавлена анимация.

Значительно отличается форма предоставления фактических данных с гидрометеорологических станций и автоматического измерительного оборудования. Они предоставляют информацию локально, как данные в точке. Информация предоставляется в табличном виде и включает в себя дату и время передачи данных, сведения о станции (например – глубина, координаты и т.д.), список измеряемых параметров и их значения.

Гидрометеорологический сервис включает в себя возможность построения погодных дашбордов в отдельном окне. Данные доступны как для визуализации в виде графиков и атрибутивных таблиц, так и для скачивания в удобном для пользователя формате. Пользователь сам выбирает количество графиков и таблиц, их размеры, задает временной промежуток и список отображаемых параметров. Для фактических данных выбор координат ограничен локализацией станций и измерительных приборов, в остальном визуализация данных не отличается. Пользователь имеет возможность скачать как весь дашборд, так и отдельные графики и таблицы.

РИСУНОК 2. Отображение давления на уровне моря



## ФАКТЫ

До **10** дней  
доступна  
прогностическая  
информация по всему  
миру

ЦМИ МГУ использует платформу SLOYKA для сбора, обработки, накопления и визуализации данных с измерительного оборудования. В рамках проекта были установлены два комплекта оборудования для гидрометеорологического мониторинга, состоящих из автономных гидрологической (донной) и метеорологической станций, передающих данные в режиме, приближенном к реальному времени, в офис ЦМИ МГУ и офис заказчика. Один комплект функционирует круглогодично в Кольском заливе Баренцева моря, второй комплект функционирует в навигационный период на Морском канале Обской губы Карского моря. Данные содержат информацию о метеорологических условиях (скорость и направление ветра, температура и влажность воздуха, атмосферное давление и осадки), а также гидрологических условиях (скорость и направление течений, уровень воды и волнение).

### Экологические сервисы Расчет выброса парниковых газов

Во всем мире судоходство выбрасывает около 1 миллиарда тонн CO<sub>2</sub> в год, что на 2018 год составило около 2,9% всех антропогенных выбросов CO<sub>2</sub>. Около 80% этих выбросов приходится на грузовые суда, а 20% – на рыболовные, пассажирские суда и т.д. [3]. Подобно другим морским регионам, суда, плавающие в Арктике, производят выбросы парниковых газов в атмосферу.

Арктическая среда является одной из самых чувствительных и уязвимых экосистем на планете. Этот регион испытывает значительные климатические изменения, которые приводят к резкому таянию льда, изменению температурных условий и воздействию на животный и растительный мир. Увеличение выбросов парниковых газов в этом регионе может иметь необратимые последствия, поэтому очень важно следить за уровнем выбросов парниковых газов от судоходства.

На цифровой платформе SLOYKA разработан сервис по расчету выбросов парниковых газов от судоходства. Используя данные о расходе топлива судов, алгоритм рассчитывает величину выбросов парниковых газов в эквиваленте CO<sub>2</sub>. Поскольку существуют разные подходы к расчету, на платформе



РИСУНОК 3. Калькулятор выброса парниковых газов



представлена возможность применять как корпоративные методические указания различных компаний-пользователей для расчетов, так и использовать установленные государственными органами методики расчета – например, приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ [2].

Данный сервис использовался в 2022–2023 гг. по заказу Госкорпорации «Росатом» для анализа объема выбросов от судоходства на акватории СМП – в систему поступали данные по расходу топлива, передаваемые в составе ежедневных диспетчерских сообщений с более чем 1000 судов и в дальнейшем со статистической обработкой формировалась квартальная и годовая отчетность.

Функция расчета объема выбросов парниковых газов в зависимости от поступающих входящих данных по расходу топлива может рассчитываться как суммарно, так и по отдельным видам топлива – тяжелому топливу (мазут), легкому топливу (дизель) или сжиженному природному газу (далее – СПГ). Расчет может производиться на выбранный пользователем диапазон времени и для определенного судна или нескольких судов. В рамках реализации функции могут быть использованы данные о местоположении судов – автоматической идентификационной системы (далее – АИС) – в таком варианте возможна оценка объема выбросов на определенных районах интересов или формирование трека с объемами выбросов конкретных судов и их распределением по маршруту. Итоговые данные предоставляются пользователю в различных графических форматах и могут быть кастомизированы под запрос (рис. 3).

### Зоны скоростных ограничений и запрета плавания

Судоходный трафик в арктических морях России оказывает определенное воздействие на арктическую фауну, в частности на морских млекопитающих. Морские млекопитающие – представители высшей ступени трофической цепи, а значит, воздействие распространяется и на морские экосистемы в целом, а также и на людей, чье благополучие зависит от популяций морских млекопитающих (местные сообщества, коренное население, сами судоводители), и на экономику арктических регионов. На данный момент на территории Российской Арктики

создано 37 особо охраняемых природных территорий (далее – ООПТ) с разным охраняемым статусом, в том числе и для сохранения мест обитания ценных видов животного мира. Вопрос особенно актуален для целого ряда участков СМП, где отмечается наиболее высокая плотность трафика, таких как Обская губа, Карское море (западная часть), Берингов пролив, а также для ряда сопредельных акваторий – Печорского моря, Белого моря и южной части Берингова моря.

Снижение воздействия судоходства на арктическую экосистему возможно, однако для этого необходим системный подход, включающий как управленческие, так и навигационные и технологические решения. Применение подобного системного подхода в акватории арктических морей позволит обеспечить снижение беспокойства представителей ключевых районов обитания и говорить о реальных и ощутимых мерах в рамках устойчивого судоходства в арктическом регионе.

Для идентификации пересечения границ рекомендованных зон запрета плавания и превышения предлагаемых ограничений скорости передвижения судна в районах особой экологической чувствительности был разработан отдельный сервис, реализованный с использованием обновляемых данных АИС. При пересечении судном зоны запрета плавания или превышении скоростного режима в зоне ограничения скорости производится фиксация информации с наименованием судна, IMO (уникальный идентификационный номер) судна, координатами и временем захода/выхода судна из акватории зоны с ограничениями, а также скоростью, на которую превышен рекомендованный уровень ограничений (рис. 4, 5).

Данный сервис использовался в основные навигационные периоды 2022 и 2023 гг. в интересах Госкорпорации «Росатом» как инфраструктурного оператора СМП. Была собрана статистика по обнаруженным случаям нарушения природоохранных ограничений и рекомендаций, которая позволит оценить уровень потенциальной нагрузки на морские экосистемы в указанное время и спрогнозировать ее увеличение при возрастании

РИСУНОК 4. Идентификация пересечения зон ООПТ

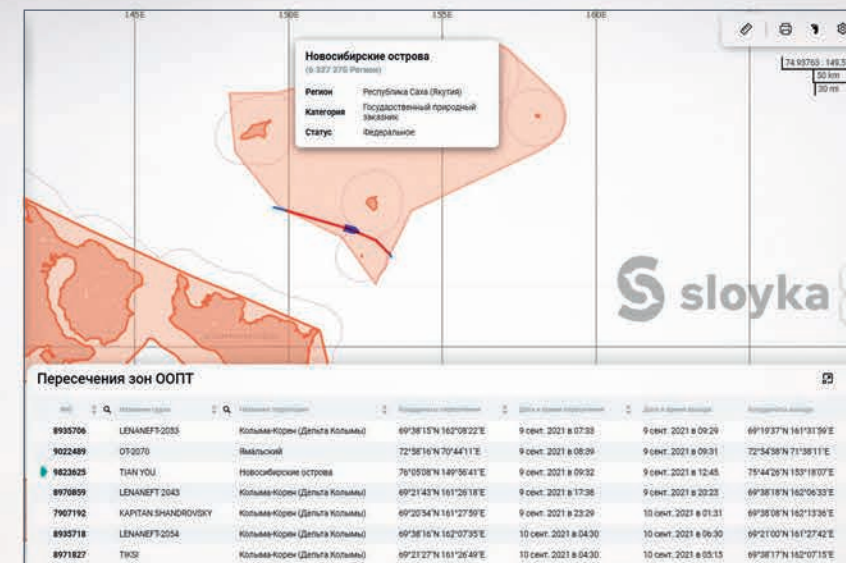
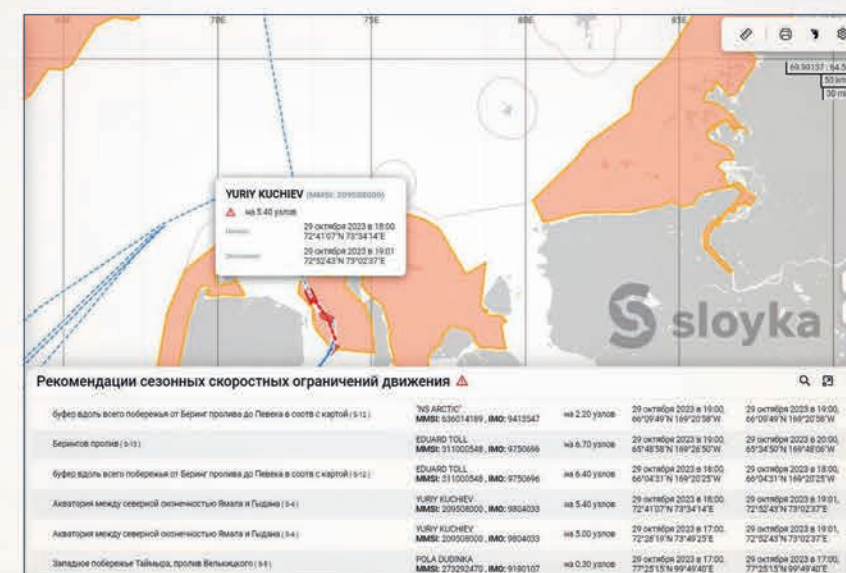


РИСУНОК 5. Идентификация пересечения зон скоростных ограничений



интенсификации судоходства в дальнейшем. Отдельную заинтересованность к использованию такого функционала проявляют представители ООПТ с точки зрения изучения соблюдения охранного режима подотчетных им территорий, а также представители нефтегазовых и строительных организаций – с точки зрения дополнительного контроля соблюдения их флотом экологических ограничений на морской акватории и минимизации воздействий на окружающую среду при реализации хозяйственной деятельности, как следствие – снижение экологических рисков и компенсационных мероприятий при различных негативных сценариях.

### Моделирование и прогнозирование дрейфа пленочных загрязнений

К ключевым задачам спутникового мониторинга поверхности моря относится выявление пленочных загрязнений, которые образуются вследствие судовых разливов или аварий на объектах нефтедобывающей

инфраструктуры. На основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) можно определять форму и размер пятна, период его существования на поверхности моря (при наличии серии последовательных радиолокационных изображений), специфику растекания и дрейфа, предполагаемый источник.

До недавнего времени основное внимание в России уделялось детектированию пленочных загрязнений на поверхности южных морей России. С развитием инфраструктуры на российском арктическом шельфе и увеличением интенсивности судоходства возрос интерес к экологическому мониторингу арктических морей. Однако для арктических регионов большую проблему представляет лед, который в начальных стадиях своего развития может быть очень похож на пленочные загрязнения.

Спутниковый экологический мониторинг акваторий во многом опирается на радиолокационные изображения. Основным источником в последние годы являются данные радиолокаторов различных группировок спутниковых систем, которые расположены в открытом доступе. Запуск в мае 2023 года российского радиолокатора Кондор-ФКА открывает новые перспективы для развития методов обработки радиолокационных изображений для мониторинга пленочных загрязнений на поверхности моря.

Методика обработки радиолокационных изображений для решения задач оперативного экологического мониторинга заключается в экспертном или автоматизированном анализе изображения, на котором пленка выглядит как самый темный объект на поверхности взволнованной воды. Основная задача – определение положения загрязнения, его размера, вероятного источника и траектории дрейфа. В этой задаче важную роль играет скорость получения и обработки спутникового изображения. Для определения вероятного источника загрязнения привлекают информацию о положении судов в акватории в момент съемки и положении объектов инфраструктуры. При помощи специальных моделей (например, SPILLMOD разработки ФГБУ «ГОИН» или FOTS разработки ФГБУН «МГИ»), учитывающих информацию

### ФАКТЫ

# 37

ООПТ

создано на территории  
Российской Арктики

### ФАКТЫ

# 1

млрд тонн

CO<sub>2</sub> в год выбрасывает  
судоходство



о текущей и прогнозной гидрометеорологической обстановке в акватории мониторинга, выполняют расчет траектории дрейфа пленочного загрязнения «назад» (для определения вероятного источника) и «вперед» (для определения траектории распространения загрязнения).

На платформе SLOYKA реализован сервис моделирования («назад») и прогнозирования («вперед») дрейфа пленочных загрязнений, разработанный совместно экспертами ЦМИ МГУ и специалистами по машинному обучению ООО «Моринтех». Этот алгоритм использует данные нескольких датасетов с разным пространственным и временным охватом и разрешением, которые получены из разных источников – моделей, спутников, судовых и экспедиционных наблюдений. Датасеты охватывают все морские акватории, исключая Каспийское море. В то же время датасет, используемый для расчетов в Арктическом регионе, является более подробным и проработанным.

У пользователя есть возможность как самостоятельно отрисовать контур загрязнения, так и загрузить его из существующего слоя или файла. Расчет траектории дрейфа пленочных загрязнений («назад» и «вперед») может быть произведен на срок до трех суток. Рассчитанная траектория дрейфа загрязнения отображается в виде стрелки (рис. 6). Таким образом, используя информацию о траектории дрейфа пленочного загрязнения в совокупности с данными АИС, можно выявить суда, являющиеся потенциальными источниками загрязнения.

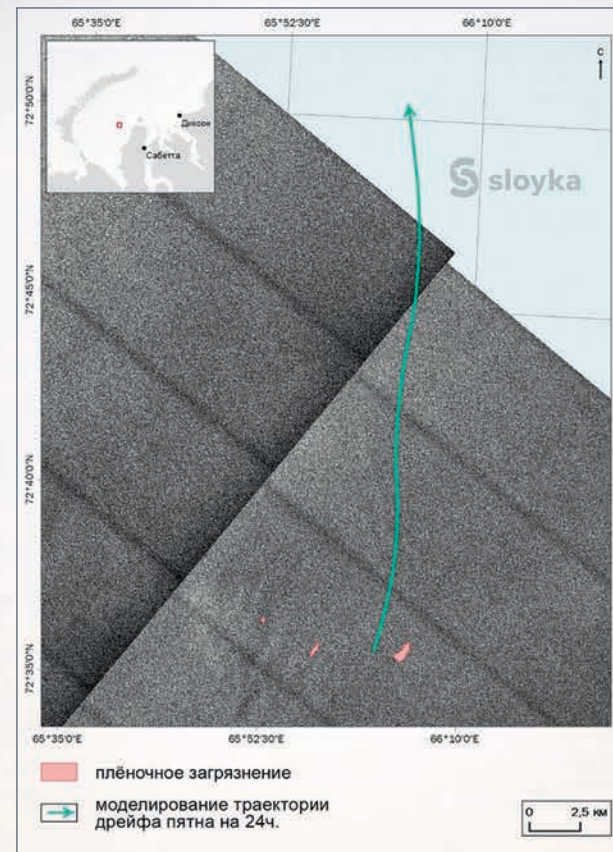
Данный сервис использовался в 2021–2023 гг. по заказу Госкорпорации «Росатом» для спутникового экологического мониторинга морской поверхности – в систему поступали радиолокационные изображения, тематические продукты по концентрации хлорофилла а, данные АИС. Эксперт анализировал радиолокационные изображения, выделяя загрязнения и выполняя моделирование их дрейфа (при наличии). В дальнейшем формировалась квартальная и годовая отчетность.

### Выводы

Цифровая трансформация в области экологических исследований, гидрометеорологических наблюдений и прочих направлений хозяйственной деятельности в морских акваториях является следствием развития цифровой индустрии в целом. Помимо удобств, которые получают пользователи при работе с подобными сервисами, внедрение технологий сбора, анализа и обработки данных, машинного обучения позволяет автоматизировать рутинные процессы и получать более качественные результаты.

Цифровая платформа SLOYKA предоставляет пользователям большой набор сервисов для работы с данными, представляющими ценность при хозяйственном освоении морских акваторий. Благодаря этому пользователями SLOYKA могут являться как частные индустриальные компании в морской отрасли, так и государственные организации, институты, научное сообщество. Дальнейшее развитие цифровой платформы неразрывно связано с внедрением передовых цифровых решений для решения задач, наиболее актуальных для различных групп пользователей.

РИСУНОК 6. Результат расчета траектории дрейфа пленочного загрязнения в Карском море



### ФАКТЫ Методика

обработки радиолокационных изображений заключается в автоматизированном анализе изображения, на котором пленка выглядит как самый темный объект на поверхности воды

### Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 01.08.2022 № 2115-р «Об утверждении Плана развития Северного морского пути на период до 2035 года».
2. Приказ Минприроды России от 27.05.2022 № 371 «Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов» (Зарегистрировано в Минюсте России 29.07.2022 № 69451).
3. Шурляк В.К., Толмачев С.А., Мусонов М.В. Новые требования ИМО по уменьшению выбросов углекислого газа с морских судов, совершающих транспортную работу // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. – 2021. – № 64/65. – С. 4–18.
4. Buinyi A.V., Irishev D.A., Nikulin E.E., Evdokimov A.A., Ilyushina P.G., Sukhikh N.A. Advancing ocean forecasting in the Russian Arctic: a performance analysis of MariNet model in comparison to FourCastNet and PhyDNet / ESS Open Archive, 2024. DOI 10.22541/au.170536917.76032627/v1.
5. Le Guen, V. & Thome, N. Disentangling Physical Dynamics From Unknown Factors for Unsupervised Video Prediction. in 2020 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) 11471–11481 (IEEE, 2020). DOI:10.1109/CVPR42600.2020.01149.
6. Pathak, J. et al. FourCastNet: A Global Data-Driven High-Resolution Weather Model Using Adaptive Fourier Neural Operators. (2022). DOI:10.48550/ARXIV.2202.11214.

KEYWORDS: economic development of the Arctic, digital platforms, predictive models, neural networks, carbon footprint, specially protected natural areas, satellite monitoring, film pollution.

# ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина»



## Кафедра ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

готовит специалистов в области математического и компьютерного моделирования, анализа данных, искусственного интеллекта

Кафедра основана в 1970 году, бережно хранит высокие стандарты обучения, поэтому ее выпускники являются признанными профессионалами, работают в ведущих научных центрах России и мира, занимают лидирующие позиции в нефтегазовых и IT-компаниях

### ОБУЧЕНИЕ ВЕДЕТСЯ В БАКАЛАВРИАТЕ по направлению «Прикладная математика»

Профиль Математическое моделирование в технике и экономике

### ОБУЧЕНИЕ ВЕДЕТСЯ В МАГИСТРАТУРЕ по направлению «Прикладная математика»

Программа Анализ данных и компьютерное моделирование

Программа Математическое моделирование в нефтегазовой отрасли\*

Символом «\*» отмечены программы, на которые нет набора в 2024/2025 учебном году

### ОБУЧЕНИЕ ВЕДЕТСЯ В АСПИРАНТУРЕ по специальностям:

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

### БАЗОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ИЗУЧАЕМЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ

- фундаментальные и прикладные разделы современной математики и информатики
- современные методы математического и компьютерного моделирования сложных промышленных комплексов и систем
- анализ данных, машинное обучение и его приложения
- статистические методы обработки массивов данных
- технико-экономические подходы к эффективному управлению и обеспечению надежной работы сложных технических систем



### КОНТАКТЫ

119991, г. Москва, Ленинский проспект, дом 65, корпус 2  
+7 (499) 507-86-19  
pmkm@gubkin.ru



Полная версия журнала  
доступна по подписке