



НАДЕЖНОСТЬ
СТАЛЬНЫХ
ТРУБОПРОВОДОВ



ОЦЕНКА
ОСТАТОЧНОГО
РЕСУРСА МГП



ОПТИМИЗАЦИЯ
ПАРАМЕТРОВ
НЕФТЕПРОВОДА

Neftegaz.RU

ДЕЛОВОЙ ЖУРНАЛ

ИНТЕРЕСНО О СЕРЬЕЗНОМ

ISSN 2410-3837

12 [120] 2021

ПОГОНЯ ЗА КПД



Входит в перечень ВАК

КАК РОССИЙСКАЯ НЕФТЯНКА ПОДГОТОВИЛАСЬ К НОВОЙ БЕЗУГЛЕРОДНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Мировая декарбонизация — это, в том числе, новый способ конкурентной борьбы, следствием которой может стать изменение карты распределения энергоресурсов, а значит и мирового влияния. При этом Россия претендует на статус одного из лидеров «зеленого» мейнстрима. О возможностях и перспективах нашей страны на «зеленой» энергетической арене расскажет наш спецпроект.



Принципы диагностирования
ресурсного обеспечения в процессе
строительства и ремонта
объектов добычи и транспорта
углеводородов



16

Обеспечение надежности
надземных участков стальных
трубопроводов при горячей
перекачке нефти



38

Деградация механических
свойств металла труб длительно
эксплуатируемых магистральных
трубопроводов



44

Системный подход к оценке
остаточного ресурса участка
магистрального нефтепровода
по данным внутритрубного
обследования



50

Эпохи НГК

4

РОССИЯ *Главное*

Под знаком новой энергии

6

Диверсификация экономики и углеродная
нейтральность

8

События

10

Первой строчкой

12

НЕФТЕСЕРВИС

Труд «Газпром флота» укрепляет
энергетическую безопасность России

14

Принципы диагностирования ресурсного
обеспечения в процессе строительства
и ремонта объектов добычи и транспорта
углеводородов

16

ССК – лидер рейтинга нефтесервисных
компаний

20

Технологии ГРП

22

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

Сделано в России. Завершено сооружение
самой мощной в стране установки серной
кислоты

28

БУРЕНИЕ

Разработка лазерной сканирующей
системы для автоматизации процесса
замера длины скважин

30

ЦИФРОВИЗАЦИЯ

Инновационные решения
для традиционной отрасли

34

TRANСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

Обеспечение надежности надземных
участков стальных трубопроводов
при горячей перекачке нефти

38

Деградация механических свойств металла
труб длительно эксплуатируемых
магистральных трубопроводов

44

Системный подход к оценке остаточного
ресурса участка магистрального
нефтепровода по данным внутритрубного
обследования

50

Оптимизация параметров
нефтепроводов, подверженных
влиянию нестационарных
процессов



60

Погоня за КПД или экономия
электроэнергии



72

Диагностирование стальных
резервуаров, эксплуатирующихся
в условиях Крайнего Севера,
акустико-эмиссионным методом



80

Применение криогелей
при сооружении объектов
нефтегазового
сектора



88

TRANСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

Определение ресурса безопасной эксплуатации
нефтепроводов на основе анализа режима
нагрузки и принципа линейного
накопления повреждений

56

Оптимизация параметров
нефтепроводов, подверженных
влиянию нестационарных процессов

60

Подсистема обнаружения нештатных
событий и ее развитие

66

Погоня за КПД или экономия
электроэнергии

72

Определение количества СПГ
на основе компонентного состава
при проведении учетных операций

76

Диагностирование стальных резервуаров,
эксплуатирующихся в условиях Крайнего
Севера, акустико-эмиссионным методом

80

Хронограф

83

MODUS VIVENDI

Все, что нужно знать про чекап организма

84

Жюри международной премии назвали
проект «Прайм Парк» лучшим в пяти
номинациях

86

АРКТИКА

Применение криогелей при сооружении
объектов нефтегазового сектора

88

ГЕОЛОГОРАЗВЕДКА

Отбор керна из пологих и горизонтальных
скважин при разведке и разработке
месторождений комплексного сырья

92

ГАЗОПОДГОТОВКА

Технологический модуль изотопный
расширения газа регенерации
на адсорбционной установке подготовки
природного газа

94

ПРОМБЕЗОПАСНОСТЬ

Огнестойкость стальных конструкций
при воздействии стандартного
и углеводородного режимов пожара

100

Новости науки

104

Нефтегаз *Life*

106

Классификатор

108

Цитаты

112

В 1812 году согласно императорскому указу титулярный советник Соболевский и отставной поручик д'Оррер были удостоены ордена Св. Владимира «за попечения и труды, с коими произвели в действие устройство термолампа, доселе в России не существовавшего».

В 1816 году на Пожевском заводе, в отдельно стоящем строении была сооружена трехпечная газовая установка.

В 1835 году генерал-губернатор Петр Эссен утвердил устав первой российской акционерной газовой компании, получившей название «Общество для освещения Санкт-Петербурга газом».

В 1863 году инженером Давидом Меликовым в Баку был построен первый нефтеперерабатывающий завод.

В 1864 году в долине реки Кудак на Кубани была пробурена первая в России эксплуатационная скважина.

В 1866 году в Санкт-Петербурге развернулись обширные работы по прокладке газопроводной сети с использованием чугунных труб, соединявшихся раструбным способом.

В 1867 году Департамент торговли и мануфактур Министерства финансов России выдал Гирцелю привилегию на 10 лет на «аппарат для добыwania газа из нефти».

В 1872 году император Александр II высочайше утвердил «Правила о нефтяном промысле и акцизе с фотогенового производства» и «Правила об отдаче в частные руки казенных нефтяных источников Кавказского и Закавказского края, состоящих в откупном содержании», согласно которым с 1 января 1873 г. на Апшеронском полуострове упраздняясь система сдачи нефтяных промыслов на откуп.

В 1888 году Феликс Инчик писал: «В Петербурге нефть дорога, по 45–55 копеек за пуд; уголь же, наоборот, дешев, «нюкастл» – 14 копеек за пуд. Однако, несмотря на это, заводы и фабрики освещаются все-таки нефтяным газом».

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор
Ольга Бахтина

Шеф-редактор
Анна Павлихина

Редактор
Анастасия Никитина

Аналитики
Артур Гайгер
Дарья Беляева

Журналисты
Анна Игнатова
Елена Алифинова
Сабина Бабаева
Екатерина Свинцова

Дизайн и верстка
Елена Валетова

Корректор
Виктор Блохин

РЕДКОЛЛЕГИЯ

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

Алюнов
Александр Николаевич
Вологодский
государственный
университет

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

Сальгин
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



Издательство:
ООО Информационное агентство
Neftegaz.RU

Директор
Ольга Бахтина

Представитель в Евросоюзе
Виктория Гайгер

Отдел рекламы
Дмитрий Аверьянов
Ольга Щербакова
Валентина Горбунова
Анна Егорова

Служба технической поддержки
Сергей Прибыткин
Евгений Сукалов
Александр Скоморохов

Отдел по работе с клиентами
Екатерина Данильчук
Андрей Кузиков

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

Выставки, конференции, распространение
Мария Короткова

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 МАП11407

Перепечатка 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
«МЕДИКОЛОР»

Заявленный тираж
8000 экземпляров



OMK POLAR

Премиальное газогерметичное
резьбовое соединение
обсадных труб для нефтяных
и газовых скважин

CAL IV

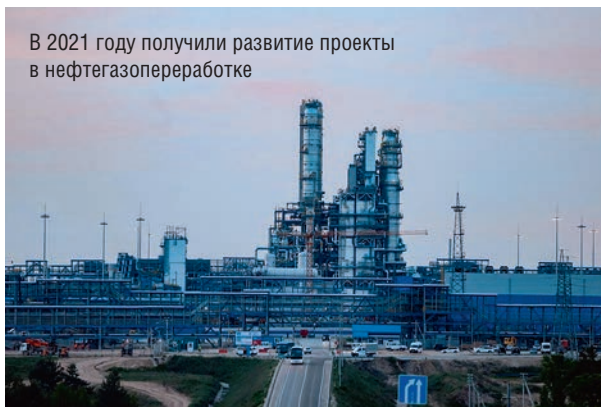
Сертифицировано
по международному
стандарту ISO 13679
на уровень CAL IV

Совершенство
продуманных
решений

T (495) 231-77-71

W premium.omk.ru

В 2021 году получили развитие проекты в нефтегазопереработке



В ряде регионов построены солнечные электростанции



В. Путин подписал закон об ограничении выбросов CO₂



В ряде секторов объемы производства в Европе сократились на 40 %



ПОД ЗНАКОМ НОВОЙ ЭНЕРГИИ

Анна Павлихина

На неоправдавшихся ожиданиях по осуществлению главного предвосхищаемого события – запуска МГП «Северный поток-2» – 2021 год прошел под знаком энергоперехода, вступающего в активную фазу. Просматривая новости отраслевой прессы, чаще видишь заголовки о новых СЭС и ВЭС, переводе котельных на газ, «зеленых» технологиях и сокращении выбросов CO₂.

Обращаясь к событиям российского ТЭК, стоит вспомнить строительство в Волгоградской области СЭС Медведица мощностью 25 МВт; Новопереволоцкую СЭС, с запуском которой альтернативная генерация в Оренбургской области достигла 345 МВт; завершение строительства первой очереди Читинской СЭС в Забайкальском крае, Волковскую СЭС-1 и СЭС-2, общей мощностью 27,5 МВт в Амурской области, которые планируется построить до конца 2023 года.

До мирового лидерства, конечно, пока не дотягивает, но не все сразу. Неоднократно отмечалось, что перед Россией стоит задача сохранения статуса мировой энергетической державы вне зависимости от того, о какой энергетике – нефтегазовой или альтернативной, идет речь. В связи с этим предпринимаются соответствующие шаги.

Так, по поручению президента РФ к 2045 г. долю мирного атома в энергобалансе необходимо довести до 25 %. Сегодня это самый крупный источник чистой энергии в нашей стране: доля АЭС в энергокорзине превышает 20 %, гидроэнергетики – 19,8 %, ветроэнергетики – около 1 %.

Также В. Путин подписал закон об ограничении выбросов парниковых газов. Ограничения будут вводиться поэтапно, а для контроля за этим процессом со стороны государства будет введен реестр учета.



Еще одна мера в рамках «озеленения» энергетики – создание российского биржевого индекса цен на водород, что будет способствовать развитию торговли водородом. По некоторым оценкам, к 2050 году экспорт российского водорода может составить 50 млн т. Но пока это лишь предложение РЭА.

Общая риторика энергоперехода, как любого переходного, а следовательно, кризисного периода, предполагает моменты болезненной перестройки, ощущение неясности и одновременное существование в условиях прежнего и зарождающегося уклада: что называется одной ногой в прошлом, другой – в настоящем. В такой несколько неустойчивой позе российский (и в целом мировой) топливно-энергетический комплекс обнаруживает себя на пороге 2022 года. В чем же проявляется эта неустойчивость и двойственность?

Так, например, при общей направленности на создание промышленности с низким углеродным следом Тверская, Ярославская и Владимирская области начали заготовку торфа. По какой-то причине этот вид топлива анонсируется как экологически чистый, но для его добычи необходимо осушать болота, и, кроме того, что они являются частью экосистемы (естественно, нарушаемой при осушке) это приводит к высвобождению очень большого количества углекислого газа.

Но это частность. В целом предприятия и отраслевые ведомства, стараются поймать «зеленую» волну. Мелким и средним компаниям не под силу то же водородное производство или альтернативная генерация, а вот ВИНКом – в самый раз. Но гигантские структуры менее пластичны, им требуется больше времени, чтобы перестроиться даже частично, поэтому

лед хоть и тронулся, но движется крайне медленно. Это может предопределить характер энергоперехода, который будет квалифицироваться как догоняющий.

Кризисные моменты характерны не только для нашей страны. В полной мере, начиная с осени, их ощущают на себе европейские страны, попытавшиеся слишком форсированно вступить в мир новой энергетики. Как результат – закрытие ряда заводов, кризисные явления в отрасли минеральных удобрений и металлургической промышленности. В ряде секторов объемы производства сократились более чем на 40 %. Как не устают повторять российский президент, «мы существуем не в вакууме», происходящее в Европе сказывается и на российской действительности. В ноябре В. Путин поручил правительству доложить о мерах против влияния ситуации на энергорынках ЕС на Россию, такие отчеты должны быть ежеквартальными, что говорит о предполагаемом затяжном характере процесса.

Помимо общей направленности на повышение экологичности производств, уходящий год ознаменовался рядом положительных моментов в нефтегазопереработке: началось строительство Балтийского химического комплекса в Усть-Луге, запущена первая линия Амурского ГПЗ, НКНХ и China Machinery Engineering Corporation подписали контракт о строительстве производства полипропилена, Минэнерго заключило с четырнадцатью НПЗ соглашения о предоставлении инвестиционной надбавки к возвратному акцизу на нефтяное сырье до 1 января 2031 г. для строительства новых производственных мощностей глубокой переработки.

Стоит также вспомнить, что 2021 год был объявлен Годом науки и технологий. И не зря. Российские ученые оптимизировали процесс синтеза аммиака; расшифровали природный механизм создания углеводов; изобрели экосорбент для очистки воды от нефтепродуктов; испытали генератор для электролета; придумали топливо из отходов сельского хозяйства; нашли способ выявить деформации земли при нефтедобыче в режиме online; предложили эффективный способ разработки ТРИЗ; превратили пластик в ванилин; запустили на Ямале первую в России лабораторию криологии Земли.

Это далеко не полная череда ярких событий года, но они вполне отражают наметившиеся тенденции, которые определили характер уходящего 2021 года и, несомненно, получат развитие в наступающем 2022 году. Neftegaz.RU продолжит информировать своих читателей о главных из них. С Новым годом! ●

ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ЭКОНОМИКИ И УГЛЕРОДНАЯ НЕЙТРАЛЬНОСТЬ

Елена Алифирова

Для России, у которой нефтегазовые доходы госбюджета составляли в последние годы около 30 %, правильное прогнозирование темпов и характера энергоперехода крайне важно. Ввиду возможного сокращения нефтегазовых доходов Россия намерена диверсифицировать свою экономику и может достичь углеродной нейтральности досрочно. Об этом президент РФ В. Путин заявил в ходе выступления на инвестиционном форуме «Россия зовет!».

Мировую тенденцию на декарбонизацию и снижение потребления ископаемого топлива Россия в стратегии своего развития учитывает уже в течение ряда лет. В своих оценках страна исходит из того, что углеводороды будут востребованы на протяжении длительного периода времени, занимая к 2050 г. по базовому сценарию порядка 70 % в мировом энергобалансе. Снижение спроса на нефть ожидают уже в обозримой перспективе, ориентируясь на ускоренную монетизацию ТРИЗ, природному газу отводится роль переходного энергоносителя, что определит его высокую востребованность.

Президент отметил, что население Земли увеличивается и ему потребуется больше энергии, но исходить надо из того, что запасы углеводородов, прежде всего нефть, могут быть использованы не только для топливного сектора, но и для нефтехимической промышленности. Инфраструктура по доставке ископаемого топлива может быть использована для поставок зеленого водорода. Относительно спроса на газ В. Путин подчеркнул, что газ является самым чистым углеводородным топливом и поставки из России будут увеличиваться, так как в Европе снижается собственное производство, а потребности увеличиваются.

Россия не намерена оставаться в стороне от мирового стремления к достижению углеродной нейтральности. Страна поставила себе цель добиться углеродной нейтральности к 2060 г., но В. Путин допустил более ранний срок достижения этой цели. С 1 июля 2022 г. будет все готово для запуска в России климатических инициатив бизнеса, в т.ч. и иностранного, важную роль призвана сыграть и новая программа повышения энергоэффективности экономики, ее подготовку правительство должно завершить к 1 октября 2022 г. ●

Рейтинги Neftegaz.RU

Европа громко декларирует лозунг по декарбонизации своих производств и переходу к «зеленой» энергетике. Сроки ставятся разные: от текущего десятилетия, до относительно реального 2050 года. Хватит ли этого времени России, чтобы перевести свою промышленность на экологические рельсы?

Достигнет ли Россия углеродной нейтральности к 2050 году?

26 %

Да, крупные компании анонсируют водородные проекты, и к 2050 году Россия займет лидирующую позицию на этом рынке

15 %

Нет, добыча нефти не снизится и «зеленые» технологии в этой отрасли промышленности не появятся

14 %

Да, вторая волна модернизации НПЗ будет способствовать переходу к чистой энергетике

12 %

Нет, это потребует не только строительства новых производств, но и перестройки экономической модели

33 %

Частично компании подстраются под экологическую политику Европы, но этот процесс всегда будет иметь догоняющий характер

Завершение года – самое время оглянуться и выделить из череды событий те, о которых будут рассказывать на лекциях по истории нефтегазовой отрасли. Какое событие стало главным по мнению читателей Neftegaz.RU?

Какое событие 2021 года стало самым значительным?

36 %

Окончание строительства МГП «Северный поток-2»

8 %

Проект в Усть-Луге

35 %

Запуск первой линии Амурского ГПЗ

9 %

Установка изомеризации на НПЗ «ЛУКОЙЛ» в г. Кстово

5 %

Завод по производству промышленных газов в г. Новокузнецке

8 %

Цех по производству водорода в г. Кемерово

НАЗЕМНОЕ НАСОСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ «НОВОМЕТ»

- Обладает высоким КПД и ресурсом
- Имеет низкую стоимость владения
- Применяется для любых сфер экономики: нефтедобычи, нефтегазопереработки, горнодобывающей, химической, энергетической промышленности и др.



Технические характеристики:

Производительность до 1000 м³/час
Давление на входе до 30 Мпа
Напор до 4000 м.

Полный цикл производства
насосного оборудования.

Особенности:

- Энергоэффективный дизайн
- Износо-коррозионностойкое исполнение
- Современная автоматизированная АСУ ТП

Узнать подробнее:

Начальник отдела разработки наземного насосного оборудования ГК «Новомет»
Денис Меркушев Denis.Merkushev@novometgroup.com



www.novometgroup.com

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



В Волгоградской области заработает первая ВЭС

Парк ветроэлектростанций мощностью 105 МВт в Котовском районе Волгоградской области готов более чем на 80 %. Уже построена 21 ветроэнергетическая установка мощностью 4,2 МВт каждая. Возведение энергообъектов началось в январе 2021 г.

При этом монтаж еще четырех ветряков Новоалексеевской ВЭС завершится осенью 2022 г.

Общая стоимость инвестпроекта составляет около 50 млрд руб. Передачу мощности от ветропарка в Волгоградской области обеспечит



подстанция 110 кВ Слюсарово компании Россети Юг. Для этого энергетики построили 17 км воздушных ЛЭП. Волгоградская

область вошла в ТОП-10 лидеров по внедрению возобновляемых источников энергии среди регионов России, лидером стала Ростовская область, где суммарная мощность ветропарков составит 610 МВт.

Инфообеспечение для СМП

Роскосмос совместно с другими госкорпорациями и органами власти ведет работу по созданию отдельной цифровой платформы информационного обеспечения деятельности на СМП. Создание такой платформы обеспечит непрерывное информационное обеспечение деятельности РФ в Арктической зоне, будут созданы центры приема и обработки информации, которые позволят более эффективно и оперативно получать и предоставлять информацию для решения задач на Севморпути. В 2024 г. планируется развернуть орбитальную группировку из четырех высокоэллиптических спутников «Экспресс-РВ» для обеспечения связи на СМП. Осенью прошлого года премьер-министр РФ М. Мишустин заявил, что правительство в ближайшие три

года выделит более 30 млрд руб. для системы спутниковой связи в северных широтах. Кроме того, обеспечить мониторинг всего СМП поможет космический аппарат «Арктика-М», который планируют запустить в 2023 г.

10 технологических полигонов

Роснедра в 2022 г. планируют создать десять технологических полигонов во всех ключевых нефтегазовых бассейнах России. П. Сорокин заявил, что на горизонте 10 лет почти 100 % нефти будут трудноизвлекаемыми. За это время качество добываемой в России нефти ухудшится настолько, что она почти вся перейдет в категорию



трудноизвлекаемой, что означает необходимость стимулирования нефтедобычи в России, а также геологоразведки. Одним из механизмов стимулирования разработки ТРИЗ призван стать новый вид недропользования – технологический полигон. В рамках таких полигонов предполагается вести испытания и отработку новых технологий рентабельной добычи ТРИЗ в реальных геологических условиях. Полигоны для отработки технологий на ТРИЗ могут быть созданы на баженовской, абалакской, хадумской, доманиковской свитах и запасах сверхвязкой нефти. До конца года в технологические полигоны будет включена ачимовка.

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



Стройка ЦСКМС

Одобен третий этап возведения Центра строительства морских сооружений (ЦСКМС) для проекта «Арктик СПГ-2». В основу проекта заложена концепция строительства морских сооружений с использованием оснований гравитационного типа (ОГТ). Для этого возводится ЦСКМС с двумя сухими доками. Центр состоит из 5 основных секторов: площадка ОГТ, включая доки; площадка верхних строений; объекты морской инфраструктуры; объекты инженерного обеспечения. В рамках третьего этапа предусмотрено



размещение зданий и сооружений на площадке сухого дока № 1, назначение которого – изготовление морских комплексов по производству, хранению и отгрузке СПГ и стабильного газового

конденсата на ОГТ, изготовление морских добычных комплексов, ремонт и обслуживание морской техники, используемой при освоении шельфовых нефтегазоконденсатных месторождений. На площадке дока будет размещен батопорт (плавучий затвор дока) с фундаментным основанием, устроены фундаменты и площадки под размещение подъемной системы надстройки модулей верхних строений и для обеспечения работы тяжелых гусеничных кранов, также будут установлены трансформаторные подстанции и другие объекты.

Мощнейшая в стране линия погрузки угля запущена

Самая мощная в России линия по погрузке угля мощностью 8 тыс. т/час запущена в порту Тамань. Это один из последних шагов к выводу навалочных терминалов в порту Тамань на проектную мощность в 72 млн т грузов/год. Этого показателя намерены достигнуть в 2022 г. – после ввода в эксплуатацию еще одной высокопроизводительной линии угольного склада. Таманский терминал навалочных грузов – крупнейший на побережье Азово-

Черноморского бассейна России. Плановая мощность терминала – 60 млн т ежегодно. Из них 50 млн т – уголь, 5 млн т – сера и 5 млн т – минеральные удобрения.

Всего на терминале навалочных грузов в порту работают пять линий, по которым уголь доставляется со складов до причала. После введения в эксплуатацию новых мощностей минимальное время загрузки крупнейших грузовых судов (Capesize) в порту Тамань сокращается в два раза – с 48 до 24 часов.

Газпром нефть + ЛУКОЙЛ

Сделку по созданию совместного предприятия Газпром нефти и ЛУКОЙЛа в ЯНАО на базе Меретояханефтегаза планируется закрыть во втором квартале 2022 г.



Меретояханефтегаз – первый актив, которым Газпром нефть и ЛУКОЙЛ будут управлять на паритетных началах. Значительная часть геологических запасов предприятия расположена в ачимовских отложениях и относится к ТРИЗ. Ядром станет Тазовское месторождение, которое введено в эксплуатацию в июне 2021 г., также в совместный актив войдут разрабатываемые Северо-Самбургское, Меретояхинское месторождения и два Западно-Юбилейных лицензионных участка недр. Совокупные геологические запасы составляют более 1 млрд т нефти и около 500 млрд м³ газа. ●

Добыча газа ЛУКОЙЛом
на проектах в Узбекистане
достигла

100 млрд м³

По итогам 2021 г. ЛУКОЙЛ
планирует добыть в стране около
14 млрд м³ газа.

До 2026 г. Petrobras введет

15 буровых платформ

и инвестирует в разведку и добычу
68 млрд долл. США

Великобритания планирует
ежегодно инвестировать
в зеленую энергетику

\$26,8 млн

Это может
способствовать
генерированию
20%
электроэнергии в стране

Более

1,8 млрд руб.

направят на догазификацию
в Ставрополье

240 млн т

угля отгрузил
на экспорт Ростерминалуголь

Сербия в 1-м полугодии 2022 г.
будет получать газ по

270 долл. США/1000 м³

8 новых
месторождений
ввели в эксплуатацию
в ХМАО-Югре в 2021 г.

По итогам
10 месяцев 2021 г.
там добыто
178,1 млн т
нефти

Российские нефтяные компании
за 10 месяцев 2021 г.
снизили проходку
в разведочном
бурении

16,5 %

Проходка в эксплуатационном
бурении снизилась на **4,7%**

10 млрд
руб.

направят в Дагестан на
строительство двух солнечных
электростанций
суммарной мощностью **156 МВт**

Из ФНБ
возьмут

38 млрд
рублей

на развитие технологий
производства электромобилей

Кроме того, более **8,1 млрд руб.**
направят на софинансирование
установки **3 тыс.** «быстрых»
зарядных станций для
электромобилей в регионах до 2024 г.

Потери российской экономики
могут составить

0,8 %

к 2050 г. из-за глобального
энергоперехода

Чистая прибыль «Газпром
нефть» по итогам 9 месяцев
2021 г. выросла более чем

в 10 раз,
до **357 млрд руб.**

Добыча нефти и газового конденсата
компании выросла на **0,7%**,
до **45,93 т**, добыча газа –
на **6,3%**, до **34,09 млрд м³**

На

0,36 %

снизилась среднесуточная
добыча нефти
с конденсатом
в России за 1-ю
половину ноября

Enel сокращает срок
достижения углеродной
нейтральности

на **10 лет**

К **2040 г.** компания планирует
производить всю электроэнергию
из ВИЭ

На строительство АЭС Аккую
выделят еще

800 млн долл. США

Средства направят на строительство
четырёх блоков станции

ЛУКОЙЛ завершил
9 месяцев 2021 г.
с чистой
прибылью
в размере

539,7
млрд руб.

Финляндия за 50 лет
импортировала

130 млрд м³
российского газа

90 %

импорта газа на Украину в
2021 г. обеспечила Венгрия

Зависимость доходов
бюджета России
от нефти
и газа в 2021 г.
достигла

34,5 %

Китай за 10 месяцев 2021 г.
увеличил добычу нефти на

2,5 %
до **166,19 млн т**

ТРУД «ГАЗПРОМ ФЛОТА» укрепляет энергетическую безопасность России

2021 ГОД ВОЙДЕТ В ИСТОРИЮ «ГАЗПРОМ ФЛОТА» КАК ПЕРИОД УПОРНОЙ И ВЫСОКОИНТЕНСИВНОЙ РАБОТЫ КОМПАНИИ ПО ВСЕМ НАПРАВЛЕНИЯМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ПОКА РАНО НАЗЫВАТЬ ИТОГОВЫЕ ЦИФРЫ, СТРОИТЬ ДИАГРАММЫ И ГРАФИКИ – ОБШИРНУЮ СРАВНИТЕЛЬНУЮ ДИНАМИКУ ПРЕДПРИЯТИЕ ПРЕДСТАВИТ В 2022 ГОДУ. НО УЖЕ СЕГОДНЯ МОЖНО УВЕРЕННО ЗАЯВИТЬ, ЧТО КОМАНДА ГАЗПРОМФЛОТОВЦЕВ УСПЕШНО СПРАВИЛАСЬ С ВЫПОЛНЕНИЕМ ПОСТАВЛЕННЫХ ЗАДАЧ

2021 WILL GO DOWN IN THE HISTORY OF GAZPROM FLOT AS A PERIOD OF PERSISTENT AND HIGH-INTENSITY WORK OF THE COMPANY IN ALL AREAS OF ACTIVITY. IT IS TOO EARLY TO NAME THE FINAL FIGURES, BUILD DIAGRAMS AND GRAPHS, THE COMPANY WILL PRESENT MORE EXTENSIVE COMPARATIVE DYNAMICS IN 2022. BUT TODAY WE CAN FAIRLY STATE THAT THE GAZPROMFLOT TEAM HAS SUCCESSFULLY COMPLETED THE ASSIGNED TASKS

Ключевые слова: плавучая буровая установка, строительство скважин, добыча на шельфе, освоение арктических месторождений, специализированные суда.

Механикова Мария Николаевна

ведущий специалист
Службы по связям
с общественностью
и средствами массовой
информации
ООО «Газпром флот»

В настоящее время ООО «Газпром флот» эксплуатирует четыре плавучие буровые установки различного класса.

В составе плавтехсредств компании есть две ППБУ – это плавучие сооружения высотой почти с 43-этажный дом и размером практически с футбольное поле. «Полярная звезда» и «Северное сияние» построены по одному проекту. Имеют два понтона, базирующихся на шести стабилизирующих колоннах.

Обе буровые строят разведочные и эксплуатационные скважины.

С помощью уникального оборудования они способны пробираться в запредельные глубины – длина нефтяных и газовых скважин может достигать 7500 метров (при глубине моря до 500 метров). ППБУ не боятся ни жары, ни морозов, ни штормов: они могут работать в самых сложных природно-климатических условиях – от -30 до +45 градусов

Процесс подготовки плавтехсредств, эксплуатируемых «Газпром флотом», к выполнению

ключевых задач – строительству скважин на лицензионных участках континентального шельфа – оказался весьма напряженным.

Благодаря слаженным действиям сотрудников всех подразделений администрации и филиалов буровой сезон удалось начать вовремя.

За летне-осенний период «Газпром флот» пробурил четыре разведочные и эксплуатационные скважины.

К концу 2021 года, в общей сложности за 27 лет на континентальном шельфе России, «Газпром флот» построил 78 скважин, открыл девять месторождений. Российские высококвалифицированные специалисты компании пополнили «общенациональный энергетический резерв» на более чем 2 млрд тонн условного топлива

Стоит отметить, что в 2021 году для подготовки к проведению строительства скважин на арктическом шельфе ППБУ «Северное сияние» фактически совершила кругосветную экспедицию. Она была доставлена из порта Восточный в Приморском крае в заполярный порт Мурманск. За 89 дней транспортировки судно-перевозчик с установкой на борту прошло более 16 тысяч морских миль через четыре океана – Тихий, Индийский, Атлантический и Северный Ледовитый. Маршрут через мыс Доброй Надежды был определен по причине крупных габаритов ППБУ, которые бы не позволили каравану пройти через Суэцкий канал. Доставка буровой через Северный морской путь также была невозможна – не позволяла ледовая обстановка.

В этом сезоне на континентальном шельфе интенсивно трудилась и самоподъемная плавучая буровая установка (СПБУ) «Арктическая». Особенность такого типа сооружения в том, что его основание, то есть понтон, поднимается над поверхностью воды с помощью опор. В море эти колонны стоят на грунте. Длина опор составляет 139 метров.

До мест дислокации морские буровые буксируются специализированными судами.



Транспортно-буксирные суда «Нептун» и «Сатурн» помогают ПБУ в течение всего года: поставляют топливо, воду и другие производственные и жизненно необходимые грузы, перевозят вахтовый персонал, несут дежурство в районе проведения буровых работ.

«Газпром флот» уделяет особое внимание соблюдению экологических требований в работе на континентальном шельфе. В 2021 году продолжено совершенствование Системы экологического менеджмента, которая касается всех процессов, структурных подразделений, объектов и филиалов.

В будущем «Газпром флот» своей большой командой высококлассных специалистов планирует продолжить расширять границы доступных для освоения залежей шельфа. Выбрав в новейшей истории России правильный вектор по приумножению отечественных запасов энергоресурсов, основанный на применении в работе собственных производственных мощностей, компания и сегодня является первопроходцем во многих процессах, связанных с морским бурением и перевозкой СПГ.

Стоит отметить, что в 2021 году единственная в России регазификационная плавучая установка «Маршал Василевский» начала совершать регулярные рейсы по Северному морскому пути без сопровождения ледоколов

«Известно, что «золотые» запасы углеводородов» находятся под землей на глубинах от 3 до 7 километров. Поэтому работа «Газпром флота» на континентальном шельфе всегда сопряжена с колоссальным риском. Мы знаем, что за каждой разведанной тонной условного топлива стоит огромный коллектив влюбленных в свое дело людей. Людей честных, ответственных, опытных, отважных. Именно такие профессионалы трудятся в нашей компании. И мы ценим каждого: ветеранов, приложивших силы к становлению предприятия, к запуску и функционированию морских буровых установок, и тех, кто сегодня далеко от берега и на суше участвует в этом высокотехнологичном процессе, – отмечает генеральный директор ООО «Газпром флот» Юрий Васильевич Шамалов.

Самоотверженные, мужественные, целеустремленные люди большой команды «Газпром флота» совершенствуют наукоемкие технологии, бурят скважины в самых суровых климатических условиях, строят и эксплуатируют специализированные суда. Поэтому можно сказать наверняка, что сложности и ограничения, с которыми сталкивается весь мир сегодня, для нашего конкурентоспособного предприятия не станут преградой в решении долгосрочных задач и достижении производственных планов 2022 года.

KEYWORDS: semi-submersible drilling rig, well construction, offshore production, development of arctic deposits, special purpose vessels.



ПРИНЦИПЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

в процессе строительства и ремонта объектов добычи и транспорта углеводородов

Гладков Илья Вячеславович

ассистент кафедры нефтепродуктообеспечения
и газоснабжения,
ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина»,
к.т.н.

В СТАТЬЕ ДАЕТСЯ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ МОБИЛЬНЫХ НАЗЕМНЫХ МАШИН И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ. ОНА РАССМАТРИВАЕТСЯ КАК ИНТЕГРАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСТРУКЦИОННЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ, ЭКОНОМИЧЕСКИХ, ЭРГОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАЗЕМНЫХ МОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ. ТАКЖЕ ПОДВИЖНОСТЬ ХАРАКТЕРИЗУЕТ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ОБЪЕКТОВ КАК ТОВАРА. ПРИВЕДЕНА КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ СХЕМА ИЕРАРХИИ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ МАШИНАМИ, ВКЛЮЧАЮЩАЯ В СЕБЯ ЧЕТЫРЕ ЗАДАЧИ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ОБЛАСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ: ПОДДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНОСТИ, ПОДДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ ОРИЕНТАЦИИ, ПОДДЕРЖАНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ, УСТРАНЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ ПРИ ДВИЖЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ; А ТАКЖЕ ЗАДАЧИ: ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ; ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОМИНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМФОРТАБЕЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ. КАЧЕСТВО СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ПОКАЗАТЕЛЯМИ, КОТОРЫЕ ПОЗВОЛЯТ ОПРЕДЕЛИТЬ ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ СИСТЕМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ, УСТАНОВИТЬ СТЕПЕНЬ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К НИМ ТРЕБОВАНИЙ, СРАВНИТЬ РАЗЛИЧНЫЕ ВАРИАНТЫ СИСТЕМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И ВЫБРАТЬ ИЗ НИХ ЛУЧШУЮ

THE ARTICLE PROVIDES A DEFINITION OF THE MOBILITY OF MOBILE GROUND VEHICLES AND TECHNOLOGICAL COMPLEXES. IT IS CONSIDERED AS AN INTEGRAL CHARACTERISTIC OF STRUCTURAL AND OPERATIONAL, ECONOMIC, ERGONOMIC AND ECOLOGICAL PROPERTIES OF GROUND MOBILE SYSTEMS AND COMPLEXES. ALSO, MOBILITY CHARACTERIZES THE COMPETITIVENESS OF OBJECTS AS A COMMODITY. A CONCEPTUAL DIAGRAM OF THE HIERARCHY OF CONTROL TASKS FOR TECHNOLOGICAL MACHINES IS PRESENTED, WHICH INCLUDES FOUR TASKS RELATED TO THE FIELD OF DESIGN PARAMETERS: MAINTAINING MOBILITY, MAINTAINING DIRECTIONAL ORIENTATION, MAINTAINING MOVEMENT SPEED, ELIMINATING CRITICAL SITUATIONS WHEN A TECHNOLOGICAL SYSTEM IS MOVING; AND ALSO THE TASK: TO ENSURE ENVIRONMENTAL SAFETY; ENSURING NOMINAL ECONOMIC EFFICIENCY AND ENSURING THE COMFORT OF THE TECHNOLOGICAL SYSTEM. THE QUALITY OF TECHNICAL DIAGNOSTICS SYSTEMS IS DETERMINED BY INDICATORS THAT WILL MAKE IT POSSIBLE TO DETERMINE THE ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF DIAGNOSTICS SYSTEMS, TO ESTABLISH THE DEGREE OF SATISFACTION OF THE REQUIREMENTS IMPOSED ON THEM, TO COMPARE VARIOUS OPTIONS FOR DIAGNOSTICS SYSTEMS AND CHOOSE THE BEST ONE

Ключевые слова: подвижность, мобильность, живучесть, управляемость, надежность, экономичность, экологичность, эргономичность, характер применения, функциональное назначение, функциональная специализация, степень специализации, мощность.

Анализ условий применения ресурсов ремонтно-строительного производства, а также особенностей проектирования технологических ресурсов, планирования и оперативного управления позволяют выработать следующие классификационные признаки, наиболее полно отвечающие вышеуказанным требованиям: характер применения, функциональное назначение, функциональная специализация, степень специализации, мощность (вместимость) [1–4].

По признаку «характер применения» ресурсы подразделяются на две самостоятельные группы – возобновляемые и невозобновляемые.

Возобновляемые ресурсы в процессе выполнения строительно-монтажных работ [5–8] производят сами или в сочетании с другими ресурсами некоторый расходный фактор – человеко-дни, машино-смены и т.п., который не подлежит по своей физической природе складированию. Следовательно, возобновляемые ресурсы призваны функционально вырабатывать в течение всего

срока службы соответствующий расходный фактор. По признаку «функциональное назначение» возобновляемые ресурсы состоят из групп – трудовые ресурсы, машины и оборудование, автотранспортные средства, подсобно-вспомогательные и обслуживающие здания, механизированный инструмент, монтажные приспособления.

т.п.), так и показатели трудоемкости (человеко-дни, машино-смены и т.п.). По признаку «функциональная специализация» трудовые ресурсы подразделяются на группы – рабочие, инженерно-технические работники, служащие и т.д.

Технические ресурсы по признаку «функциональная специализация» включают, например, для машин общестроительного назначения –

Формирование групп ресурсов ремонтно-строительного производства по классификационным признакам позволяет представить полную их систематизацию в виде многоуровневой системы – класс, подкласс, вид, тип, типоразмер

Невозобновляемые ресурсы при выполнении строительно-монтажных работ расходуются непосредственно сами – полностью (например, трубы) или частями (например, материалы). В этой связи в качестве расходного фактора для невозобновляемых ресурсов могут служить как физические параметры (кубометры, квадратный метр, тонна, километр и

машины для разработки мерзлых грунтов, машины для разработки сезонно- и вечномерзлых грунтов, машины для уплотнения грунтов, машины для буровых и взрывных работ, машины для погрузочно-разгрузочных работ. По признаку «степень специализации», например, машины для разработки мерзлых грунтов включают экскаваторы

одноковшовые, экскаваторы роторные, скреперы, бульдозеры, машины для зачистки дна траншей; машины для разработки сезонно и вечномерзлых грунтов – рыхлители, машины фрезерные, подкопочные машины, очистные и т.д.

По признаку «уровень квалификации» рабочие каждой профессии группируются по квалификационным разрядам, а инженерно-технические работники – по занимаемой должности в штатном расписании.

По признаку «мощность» технические ресурсы, например, по группе экскаваторы одноковшовые включают – ЭО-02621А, Э-2304Г, ЭО-3322Б и т.д.; экскаваторы роторные – ЭТР-134А, ЭТР-224, ЭТР-254А и т.д.; бульдозеры – ДЗН09, ДЗ-11ЭА, ДЗ-118 и ТА; рыхлители – ДП-22С.ДП-100 и т.д.

Формирование групп ресурсов ремонтно-строительного производства по классификационным признакам позволяет представить полную их систематизацию в виде многоуровневой системы – класс, подкласс, вид, тип, типоразмер. В дальнейшем под технологическими ресурсами будем иметь в виду машины и оборудование для строительства и ремонта объектов добычи и транспорта углеводородов. Качество систем технического диагностирования определяется показателями, которые позволяют определить достоинства и недостатки систем диагностирования, установить степень удовлетворения предъявляемых к ним требований, сравнить различные варианты систем диагностирования и выбрать из них лучшую.

Вероятность правильного диагностирования (D) определяется как полная вероятность того, что система диагностирования определяет техническое состояние, в котором действительно находится технологический ресурс диагностирования. Аналитические выражения для оценки D определяются числом параметров и видом их распределения, характеристиками, возможностью скрытых отказов и надежностью средств диагностирования.

Рассмотрим наиболее распространенные в технике схемы процесса диагностирования, для которых определим вероятности правильного диагностирования D .

В первой схеме процесса диагностирования накладываются следующие ограничения. Состояние технологического ресурса диагностирования характеризуется значением одного обобщенного параметра x . Для указанного диагностического параметра определено поле допуска (a, b), где a, b – границы поля допуска. При наличии значения параметра x в поле допуска, т.е. $a < x < b$, технологический ресурс считается работоспособным, при наличии значения параметра вне поля допуска – неработоспособным. Предполагается, что систематические ошибки известны и исключены. Учитываются только ошибки измерения средства диагностирования. Истинное значение x под воздействием производственных и эксплуатационных факторов является случайной величиной, плотность распределения которой определяется зависимостью $f1(x)$. Поэтому относительно состояния

технологического ресурса при его диагностировании могут быть высказаны две взаимно исключающие гипотезы: $S0$ – технологический ресурс работоспособен, 0 – технологический ресурс неработоспособен. Априорные вероятности этих гипотез определяются как

$$P_{S0} = \int_{a,b} f1(x) dx; P_{S0C} = \int_{-\infty,a} f1(x) dx + \int_{b,\infty} f1(x) dx. \quad (1)$$

При измерении параметра x возможно появление ошибок, вносимых средствами диагностирования. Считается, что результат измерения $z = x + y$, где y – случайная ошибка измерения, плотность распределения которой $f2(x)$.

При определении состояния технологического ресурса диагностирования по результату сравнения измерения z с полем допуска (a, b) возможно появление следующих несовместных событий:

Sxz – значение параметра x и результат измерений z в пределах поля допуска;

$Sxzc$ – значение параметра x и результат измерений z вне поля допуска;

$Sxzc$ – значение параметра x в поле допуска, результат z вне поля допуска;

$Sxcz$ – значение параметра x вне поля допуска, а результат z в поле допуска.

При наличии событий Sxz и $Sxzc$ делаются верные заключения о состоянии технологического ресурса диагностирования, при $Sxzc$ и $Sxcz$ неверные заключения о состоянии технологического ресурса. Причем $Sxzc$ называют ошибкой 1-го рода или ложным отказом, событие $Sxcz$ ошибкой 2-го рода или необнаруженным отказом. Перечисленные события составляют полную группу событий. Вследствие этого сумма вероятностей перечисленных гипотез равна единице: $Sxz + Sxzc + Sxzc + Sxcz = 1$.

В этом случае вероятность правильного диагностирования:

$$D = Sxz + Sxzc = 1 - Sxzc - Sxcz. \quad (2)$$

Если определить $Sxzc = \alpha$ и $Sxcz = \beta$ и распространить зависимость (2) для технологического ресурса диагностирования с n

независимыми параметрами, то получим формулу для оценки вероятности:

$$D = \prod_{i=1,n} (1 - Sxzc - Sxcz). \quad (3)$$

Известно, что при наличии аналитических зависимостей законов распределения $f1(x)$ и $f2(x)$:

$$\alpha = \int_{a,b} [f1(x) dx] \cdot \{ [\int_{-\infty,a-x} f2(y) dy + \int_{b-x,\infty} f2(y) dy] dx \}; \quad (4)$$

$$\beta = \int_{-\infty,a-x} f1(x) \cdot [f2(y) dy] dx + \int_{b-x,\infty} f1(x) \cdot [f2(y) dy] dx. \quad (5)$$

Вторая схема процесса диагностирования заключается в следующем. Состояние технологического ресурса диагностирования характеризуется совокупностью n параметров. Средство диагностирования по определенной программе проверяет всю совокупность параметров и в результате процесса диагностирования вырабатывает интегральное заключение о состоянии технологического ресурса.

Из-за недостаточного числа диагностируемых параметров, несовершенства методик измерений параметров, возможных проявлений отказов в используемых средствах диагностирования проявляется возможность нарушения соответствия результатов диагностирования и истинного состояния исследуемого технологического ресурса

Из-за недостаточного числа диагностируемых параметров, несовершенства методик измерений параметров, возможных проявлений отказов в используемых средствах диагностирования проявляется возможность нарушения соответствия результатов диагностирования и истинного состояния исследуемого технологического ресурса.

Как и в предыдущем случае, при определении состояния технологического ресурса по результатам диагностирования возможно наличие следующих событий:

$H11$ – технологический ресурс работоспособен и результат диагностирования совпадает с состоянием технологического ресурса;

$H22$ – технологический ресурс неработоспособен и результат

диагностирования совпадает с состоянием технологического ресурса;

$H12$ – технологический ресурс работоспособен, а результат диагностирования указывает на его неработоспособность;

$H21$ – технологический ресурс неработоспособен, а результат диагностирования указывает на его работоспособность.

Перечисленные события также составляют полную группу событий и характеризуются соответствующими вероятностями, сумма которых равна единице:

$$P11 + P22 + P12 + P21 = 1, \text{ вследствие чего вероятность правильного диагностирования согласно определению } D = P11 + P22 = 1 - P12 - P21. \quad (6)$$

Очевидно, что средство диагностирования может находиться в одном из трех состояний:

$L = 1$ – работоспособность при правильной индикации своего состояния;

$L = 2$ – неработоспособность типа «средство диагностирования фиксирует результат – технологический ресурс находится в работоспособном состоянии», независимо от действительного состояния технологического ресурса диагностирования;

$L = 3$ – неработоспособность типа «средство диагностирования фиксирует результат – технологический ресурс находится в неработоспособном состоянии», независимо от действительного состояния технологического ресурса диагностирования» при индикации работоспособности средства диагностирования.

Известные методы теории вероятности [9–10] позволяют определить наиболее часто встречающиеся случаи наличия в средстве диагностирования

скрытых отказов и определить для них значения $P12$ и $P21$.

Третья схема процесса диагностирования объединяет рассмотренные процессы диагностирования в единый процесс. В нем предполагается, что состояние технологического ресурса диагностирования определяют совокупностью n независимых диагностических параметров и средство диагностирования может находиться в перечисленных выше состояниях. ●

Литература

1. Беляков В.В. Проектирование наземных транспортно-технологических машин и комплексов / В.В. Беляков, В.Е. Колотилин, В.С. Макаров, Ю.И. Молев, У.Ш. Вахидов, А.В. Папунин. – М.: КноРус, 2021. – 448 с.
2. Бондаренко Е.В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования / Е.В. Бондаренко, Р.С. Фаскиев. – М.: Академия, 2015. – 304 с.
3. Айрапетов Д.А. Выбор методологии разработки программного комплекса управления процессом проектирования системы управления сложными технологическими объектами в рамках САПР / Д.А. Айрапетов, Г.Г. Арунянц. – Информационные технологии моделирования и управления. – 2013. – № 5 (83). – С. 468–474.
4. Арунянц Г.Г. Алгоритмизация процесса управления проектированием систем управления технологическими объектами в рамках САПР / Г.Г. Арунянц, Д.А. Айрапетов. – Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – № 9–10. – С. 7–11.
5. Алексанин А.В. Влияние информационных технологий на возможности ресурсосбережения в строительстве / А.В. Алексанин. – Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 2 (74). – С. 11–19.
6. Казарян Р.Р. Моделирование и анализ технико-экономических показателей строительного переустройства / Р.Р. Казарян. – Научное обозрение. – 2017. – № 18. – С. 136–139.
7. Кузнецов С.М. Теория и практика формирования комплектов и систем машин в строительстве / С.М. Кузнецов. – М.: Директмедиа Паблишинг, 2015. – 271 с.
8. Пермяков В.Б. Организация материально-технической базы эксплуатационного предприятия / В.Б. Пермяков, Р.А. Мартюков. – Омск: Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ), 2016. – 47 с.
9. Севастьянов Б.А. Курс теории вероятностей и математической статистики / Б.А. Севастьянов. – М.: Ленанд, 2021. – 256 с.
10. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике / В.Е. Гмурман. – М.: Юрайт. – 407 с.
11. Борзых Д.А. Теория вероятностей в задачах / Д.А. Борзых. – М.: Ленанд, 2021. – 304 с.
12. Морозова З.А. Математическая статистика с элементами теории вероятностей в задачах с решениями / З.А. Морозова, Л.И. Ниворожкина, И.З. Гурьянова. – М.: Дашков и К. – 476 с.

KEYWORDS: *mobility, mobility, vitality, controllability, reliability, profitability, environmental friendliness, ergonomics, nature of application, functional purpose, functional specialization, degree of specialization, power.*

Полная версия журнала
доступна по подписке