

УДК 338.36

А. В. Корневская<sup>1</sup>,  
Х. А. Пшиншев<sup>2</sup>

## ***Роботизация процессов в нефтегазовой отрасли Российской Федерации***

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»  
(РУДН), г. Москва, Российская Федерация  
e-mail: <sup>1</sup>korenevskaya-av@rudn.ru, <sup>2</sup>1042180208@rudn.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются актуальные вопросы модернизации производственных процессов разведки, добычи и переработки в нефтегазовой отрасли. В основе исследования авторов лежит гипотеза о том, что внедрение и широкое использование роботизированных систем позволит ощутимо повысить эффективность деятельности компаний нефтегазового сектора, что положительно скажется не только на результатах их деятельности, но и на состоянии нефтегазового комплекса в целом.

**Ключевые слова:** нефтегазовый комплекс, роботизация процессов, инновационные технологии, повышение эффективности.

### **Введение**

Нефть и газ являются не только источниками энергии и ресурсами для химической промышленности, автомобилестроения, фармацевтики и многих других отраслей. Мировое потребление нефти и газа сегодня достигло около 100 млн баррелей в сутки, тогда как еще в 1969 г. планета использовала около 40 млн барр/сут.[1]. Для удовлетворения растущего спроса на энергоресурсы, нефтегазовым компаниям приходится находить все более эффективные технологии добычи. Вместе с процессами и технологиями добычи эволюционируют и развиваются связанные с ними производственные сферы. Необходимо постоянно наращивать добычу не только для производства бензина или дизельного топлива, но и производства синтетических материалов, необходимых в современном мире. В среднем четыре из пяти окружающих нас предметов полностью или частично состоят из пластика, получаемого на нефтехимических производствах.

Основным ограничением процесса поставки энергоресурсов на рынок является их непосредственная добыча. Чтобы месторождение давало максимальное отдачу ресурсов, требуются современные и высокотехнологичные способы извлечения нефти и газа. При успешном использовании технологии способны увеличить коэффициент извлечения с 30% до 70%, а добычу из новых скважин до 100–150 тонн/сут.

Все области нефтегазовой промышленности на современном этапе модернизируются и совершенствуются: разведка и разработка месторождений, добыча и нефтепереработка. Также подвергаются трансформации и смежные области, в том числе промышленная безопасность, ремонты и обслуживание оборудования, логистика и транспортировка нефтепродуктов. В условиях же происходящей цифровой трансформации нефтегазовой отрасли роботизация процессов становится одним из перспективных направлений эффективного развития отрасли и экономики страны в целом, что определяет актуальность нашего исследования.

## Материалы и методы

При написании статьи использован системный подход, сравнительный и статистический анализ. Как показал анализ процессов цифровой трансформации нефтегазовой индустрии, на российском рынке широкого распространения роботов не наблюдается по целому ряду причин: неделание участников рынка нарушать устоявшиеся процедуры, инвестировать в дорогостоящие разработки, отвечающие требованиям рынка, жесткая нормативно-правовая база, регулирующая нефтегазовые операции.

В ходе исследования были проанализированы актуальные российские и иностранные ресурсы (данные Минэнерго России, McKinsey), оценки и прогнозы экспертов отрасли (Shell), информационно-аналитических агентств (Neftegaz).

В работе используется статистическая база Министерства энергетики РФ, нормативно-правовые источники министерств и ведомств Российской Федерации (Минпромторг, Минэкономразвития, Минобороны, МЧС, Минобрнауки России), российский и международный стандарты по робототехническим устройствам.

## Результаты и обсуждение

Нефтегазовая промышленность является одной из немногих отраслей, где многомиллиардные затраты на технологические решения не обещают получения прибыли. В основном это связано с усложнением способов добычи нефти: если раньше при геологоразведке обнаруживались насыщенные пласты нефти, то сейчас компании сталкиваются с трудноизвлекаемой нефтью, залегающей в тонких низкопроницаемых пластах. Вскрытие бурением не дает ожидаемого притока, что приводит к необходимости поиска инновационных решений для роста эффективности добычи. Также стоит учесть, что инфраструктура месторождений ранее строилась в освоенных регионах, прежде всего, в Ханты-Мансийском автономном округе и Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, тогда как сейчас крупные проекты находятся в Ямало-Ненецком автономном округе, Восточной Сибири и на шельфе.

На рисунке 1 определены направления трансформации нефтяной отрасли. Следствием данных факторов становится рост требований к качеству работы. В результате роста числа «дорогих» рабочих мест на Севере, возникает необходимость в оптимизации технологических процессов для сокращения затрат.

Усложнение нефтегазового бизнеса вместе со снижающимся потенциалом оптимизации требуют внедрения инновационных цифровых технологий. Цифровая трансформация нефтегазовой индустрии в ближайшее десятилетие предполагается по 4 ключевым направлениям.

- робототехника и физическая автоматизация;
- цифровизация процессов и автоматизация программного обеспечения;
- углубленная аналитика;
- связь и датчики.

Одним из основных направлений можно выделить развитие робототехники, благодаря которой в средне- и долгосрочной перспективе минимизируются риски для персонала, особенно в условиях неблагоприятных природно-климатических условий, сократятся сроки выполнения операций, ускорится процесс принятия решений, будут достигнуты высокие показатели эффективности в технологических процессах.

Таблица 1

**Направления цифровой трансформации нефтяной отрасли**

1. Робототехника и физическая автоматизация	2. Цифровизация процессов и автоматизация ПО	3. Углубленная аналитика	Потенциальный эффект от цифровизации отрасли
Использование автоматизированных и самоуправляемых физических инструментов	Сквозная цифровизация бизнес-процессов, сопровождающаяся их коренной перестройкой	Новые методы анализа, позволяющие максимизировать выгоду от использования больших и сложных массивов данных	К 2025 году эксперты оценивают дополнительную ценность от цифровизации в \$ 1,5–2,5 трлн
4.Связи и датчики (Взаимодействие между объектами и связь между персоналом)			

Составлено авторами на основе данных McKinsey [2].

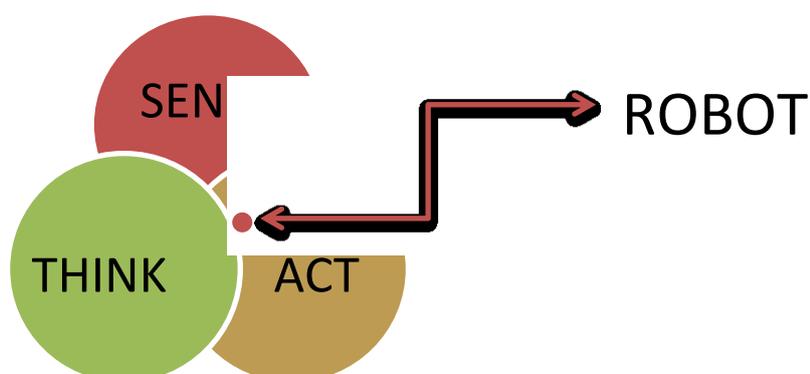
По мнению лауреата Нобелевской премии по экономике Пола Кругмана, с экономической точки зрения можно считать роботом любой объект, который использует технологии для выполнения работы, которую до этого выполняли люди. Согласно же международному стандарту ISO 8373:2012 и национальному стандарту ГОСТ Р 60.0.0.4-2019 [3; 4], робот является приводным механизмом, программируемым по двум и более осям, имеющим некоторую степень автономности, движущийся внутри своей рабочей среды и выполняющий предназначенные ему задачи. Стоит привести и функциональное определение «СТА» (рис. 1): робот — любое устройство (механизм), выполняющее предназначенные ему действия, которое одновременно отвечает 3 условиям.

1. SENSE: воспринимать окружающий мир с помощью сенсоров (микрофоны, камеры всех областей электромагнитного спектра, различные электро механические сенсоры и прочее).

2. THINK: понимать окружающий мир и строить модели поведения, для того чтобы выполнять предназначенные ему действия.

3. ACT: воздействовать на физический мир, тем или иным способом.

Если хотя бы одно из этих условий не выполняется, устройство уже нельзя считать роботом.



**Рис. 1.** Функциональная схема СТА

Международный стандарт ISO 8373:2012

Совсем недавно роботы стали применяться не только в опасных для людей технологических процессах. На сегодняшний день роботизация в других областях нефтегазовой индустрии имеет глобальные перспективы. В ближайшем будущем планируется заменить людей, решающих операционные задачи в суровых погодных условиях или отдаленных районах, роботами. Более того, большинство крупных компаний в сотрудничестве с партнерами уже разрабатывают новые роботизированные системы, решая конкретные прикладные задачи.

Использование роботов в нефтегазовой отрасли началось в 1960-х г., однако диапазон их использования был ограничен областями, где прямое вмешательство человека было невозможно — например, в экстремальных глубоководных условиях. Для работы на такой глубине были созданы телеуправляемые подводные необитаемые аппараты (Remotely operated underwater vehicle — ROV).

Нефтегазовые компании продолжают работу над разработкой и внедрением роботизированных решений в тех областях, где есть потенциал снижения рисков для людей. Не смотря на низкую универсальность относительно человеческих возможностей, робот способен работать без перерывов, поддерживая постоянно высокую производительность в более широком диапазоне климатических условий. На сегодняшний день существуют следующие ключевые области применения робототехники в НГК:

- инспекционные работы;
- операции в замкнутых пространствах и опасных зонах;
- оценка качества химического и физического состояния материалов;
- подводное и морское глубоководное оборудование.

Глобальный рынок нефтегазовой робототехники постоянно растет благодаря проектам ведущих нефтегазовых компаний. Ключевыми игроками уже реализован ряд успешных проектов. Так, например, Shell, являющийся одним из мировых лидеров энергетического сектора, уже несколько лет использует роботов Sensabot на своих месторождениях [5]. Система Sensabot — удаленно контролируемые роботы, способные функционировать в локациях, опасных для человека (например, при высоких температурах или загазованности). Sensabot решают задачи до 6 месяцев без сервисного обслуживания, все записанные данные пересылаются по скоростной беспроводной сети 4G. Shell планируют расширить функциональность роботов для их использования не только на месторождениях, но и в производственных помещениях.

Концерном «Калашников» были изготовлены беспилотные воздушные суда ZALA AERO для мониторинга трубопроводных систем, которые сегодня используются крупнейшими нефтегазовыми компаниями России [6]. Среди них «Роснефть», «Газпром нефть», «Газпром», ЛУКОЙЛ, «Татнефть» и «Транснефть». Благодаря тепловизорам и системе навигации беспилотники позволяют оценить местоположение трубы и в случае смещения отправлять сигнал с проблемного участка. Также они позволяют определять несанкционированные врезки в трубопровод и повреждения труб, из-за которых происходят утечки. Каждый месяц беспилотники Калашникова проверяют от 9,5 тыс. до 11,5 тыс. км труб. Кроме ZALA AERO в России также используются беспилотные системы ZALA-T, включающие в себя беспилотные воздушные суда, а также сверхчувствительные газоанализаторы, специализированное программное обеспечение и новый высокопроизводительный центр обработки данных. Квалифицированные операторы беспилотников с опытом пилотирования в сложных климатических

условиях осуществили более 6 500 полетов совокупной протяженностью свыше 700 тыс. км. По оценкам экспертов, использование беспилотников снижает затраты на проведение эксплуатационных работ примерно на 85%. Беспилотники «Газпром» использует и для обследования потенциально нефтеносных участков, измерения характеристик магнитных полей определенных локаций. По сравнению с традиционными методами использование беспилотников экономит и денежные и временные ресурсы в 3–4 раза.

Инновационные решения позволяют «оцифрованным» компаниям нефтегазовой отрасли значительно повышать показатели одновременно снижая вероятность практически любых видов аварий (утечек, выбросов, травм сотрудников). По оценке экспертов, масштабное внедрение современных технологий в нефтегазовую отрасль способно увеличить прирост общемировой добычи нефти и газа примерно на 30%: на 5–7% можно повысить показатель эффективности освоения месторождений, при этом сократив затраты на извлечение до 25%,

Компании ставят себе основной целью на ближайшие несколько лет максимальное исключение человека из технологического процесса. Роботизация коснется как отдельных агрегатов, так и промышленных участков в целом. Например, изучение потенциально нефтегазоносных регионов или процесс бурения скважин станет максимально автоматизированным с организацией удаленного контроля. Еще один важный момент — повышение контроля за влиянием всей нефтегазовой отрасли на окружающую среду. Вмешательство человека и его влияние на природу при разведке месторождений, добыче и переработке нефти должно быть сведено к минимуму за счет оперативного контроля экологической ситуации, что невозможно без реализации комплексных IoT-решений. По прогнозам, треть профессий в нефтегазовом комплексе до 2025 года будет заменена роботизированными или киберфизическими системами [7].

Однако на сегодняшний день широкого распространения роботов, особенно на российском нефтегазовом рынке, не наблюдается. Нежелание нарушать устоявшиеся процедуры, инвестировать в дорогостоящие разработки, отвечающие требованиям, приводят к отказу от перехода к новым технологическим решениям. Еще одним препятствием к распространению роботов является жесткая нормативно-правовая база, регулирующая нефтегазовые операции. Например, согласно правилам, определенные задачи могут выполняться исключительно людьми. Несмотря на возможность комбинирования человеческих и роботизированных ресурсов, экономическая эффективность при сохранении вовлеченности человека в процесс резко снижается. Таким образом, одной из ключевых задач для отрасли остается диалог с правительством и отраслевыми регуляторами для обеспечения соответствия правовой базы возможностям робототехнических систем [8].

С учетом данных барьеров и необходимости стимулирования развития роботизации, российские ведомства уделяют больше внимания данному направлению. Рассмотрим перечень основных отраслевых инициатив по решению данной задачи (таб. 2).

Таблица 2

**Ключевые российские ведомственные инициативы, направленные на развитие и поддержку внедрения робототехники в промышленности**

Ведомства	Инициатива
Минпромторг России	Государственная программа «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности на период до 2020 года»
Минкомсвязи России	Распоряжение Правительства РФ от 01.11.2013 № 2036-р «Об утверждении Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года»
Минэкономразвития России	Технологическая платформа «Технологии мехатроники, встраиваемых систем управления, радиочастотной идентификации и роботостроение» 2011 год
Минобороны России	Распоряжение от 15 февраля 2014 года № 205-р о создании Федерального государственного бюджетного учреждения «Главный научно-исследовательский испытательный центр робототехники»
МЧС России	Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. №300 «О государственной программе Российской Федерации «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах»
Минобрнауки России	<p>Приказ Минобрнауки РФ от 08.12.2009 № 702 (ред. от 31.05.2011) «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 221000 Мехатроника и робототехника (квалификация (степень) «магистр»))»</p> <p>Приказ Минобрнауки РФ от 09.11.2009 № 545 (ред. от 31.05.2011) «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 221000 «Мехатроника и робототехника» (квалификация (степень) «бакалавр»))»</p> <p>Программа «Робототехника: инженерно-технические кадры инновационной России», реализуемая Фондом «Вольное Дело» в партнерстве с Федеральным агентством по делам молодежи при поддержке Минобрнауки России и Агентства стратегических инициатив</p>

Составлено авторами на основе данных [9].

Роботизированные системы будут эффективно использоваться для широкого круга задач лишь при наличии технических и инфраструктурных средств единой экосистемы. На сегодня успешно используются лишь роботизированный мониторинг и контроль. Однако стоит отметить, что в широкое коммерческое использование отдельные технологии внедряются от 5 до 10 лет. Для внедрения роботов в нефтегазовый комплекс необходимо успешное прохождение всех стадий исследований, разработок, получения практических данных о технических и

экономических характеристиках эксплуатации. В рамках одной компании такая масштабная комплексная работа и необходимые в связи с этим затраты экономически нецелесообразны. Значительно повысить скорость получения результатов по роботизации можно благодаря диверсификации рисков и затрат между участниками инновационной экосистемы.

Для перехода к роботизированным активам потребуется последовательный подход с детальной технико-экономической оценкой каждого робота в рамках технологического процесса, а также с мерами по снижению возможных бизнес-рисков. Первый этап технико-экономической оценки потенциала роботизации нефтяной компании условно может быть разбит на следующие шаги:

1. Определение границ проектов по роботизации:
  - анализ предпосылок роботизации внутри компании;
  - определение масштаба работ — локальная роботизация конкретных процессов или глобальная в масштабах всех функциональных подразделений компании;
  - выявление потенциальных рисков внедрения робототехники.
2. Анализ мирового опыта:
  - исследование опыта роботизации компании, ведущих отраслей промышленности, стартапов и патентов;
  - формирование единого реестра со способами применения робототехники и их описанием.
3. Анализ технологических процессов функциональных подразделений:
  - формирование структуры технологических процессов по цепочке создания стоимости внутри функциональных подразделений;
  - качественный анализ технологических процессов функциональных подразделений нефтяной компании на возможность роботизации;
  - определение ключевых показателей эффективности технологических процессов (КПЭ);
  - унификация КПЭ для всех функциональных подразделений компании – в случае, если они отличаются.
4. Формирование программ роботизации:
  - определение методологии приоритетных способов применения робототехники;
  - детализация и выявление приоритетных способов применения робототехники по функциональным подразделениям согласно технологическим процессам совместно с соответствующими экспертами;
  - формирование потенциальных проектов для НИОКР и их объединение в программы роботизации функциональных подразделений;
  - разработка дорожных карт роботизации функциональных подразделений;
  - распределение ответственных лиц и сроков для наиболее приоритетных проектов.

После выполнения обозначенных шагов потребуется установить необходимую периодичность обновления реестра технологий роботизации с учетом инноваций на рынке и изменений технологических процессов, а также детализации технико-экономической оценки приоритетных проектов.

Иными словами, внедрение робототехники в ВИНК невозможно без системного, последовательного и гибкого подхода к планированию процесса роботизации. Ввиду этого необходимо выделить особую роль руководителей и специалистов каждого уровня. Технологий и приоритетных проектов может быть много, но инициаторов, способных реализовать их потенциал от начала и до конца,

может оказаться недостаточно. Развитие цифровой корпоративной культуры высокого уровня, обеспечение открытости для инноваций и пассионарности внутренних лидеров нефтегазовых компаний сыграют в таком процессе наиболее важную роль. И тогда даже самые сложные проекты роботизации окажутся осуществимыми и высокоэффективными.

*Статья подготовлена в рамках инициативной научно-исследовательской работы № 061606-0-000 на тему «Совершенствование механизмов контроля формирования цены на нефть марок Brent и Urals, как условие укрепления энергетической безопасности России», выполняемой на базе кафедры национальной экономики экономического факультета Российского университета дружбы народов*

### *Литература*

1. Geiger J. How much Crude Oil has the world really consumed? // Oilprice.com, 2019 URL: <https://oilprice.com/Energy/Crude-Oil/How-Much-Crude-Oil-Has-The-World-Really-Consumed.html>
2. McKinsey: отчет «Цифровая Россия: новая реальность» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/ru/our-insights>
3. ISO 8373:2012 Robots and robotic devices — Vocabulary. ISO/TC 299 Robotics, 2012 // International Organization for Standardization URL: <https://www.iso.org/standard/55890.html>
4. Национальный стандарт РФ «Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения». ГОСТ Р 60.0.0.4-2019/ИСО 8373:2012, 2019 // Консорциум-кодекс: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200162703>
5. A Bionic Inspector Rolls In // Официальный сайт компании Shell. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.shell.com/inside-energy/a-bionic-inspector-rolls-in.html](http://www.shell.com/inside-energy/a-bionic-inspector-rolls-in.html)
6. Беспилотники Калашникова начали мониторинг трубопроводов Роснефти, Газпрома и Транснефти // Информационно-аналитический портал Neftegaz.RU, 2017. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://neftegaz.ru/news/aviatehnika/211896-bespilotniki-kalashnikova-nachali-monitoring-truboprovodov-rosnefti-gazproma-i-transnefti/>
7. Нефтегазовой отрасли требуются робототехники и квантовальщики // Нефтегаз.Пресс: 2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://neftegaz.press/forecast/neftegazovoj-otrasli-trebuyutsya-robototehniki-i-kvantovalshhiki/>
8. Корневская А. В. Внешние и внутренние барьеры на пути внедрения инноваций в нефтегазовом комплексе России // Вестник РУДН. Серия Экономика. 2019. №1. С. 169-179.
9. Государственная программа «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности на период до 2020 года», Распоряжение Правительства РФ № 91-р от 30.01.2013 г. (с изменениями на 31 марта 2020 года) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499091753>

A. V. Korenevskaya<sup>1</sup>,  
Kh. A. Pshinshev<sup>2</sup>

## ***Robotization of processes in the oil and gas industry of the Russian Federation***

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University),  
Moscow, Russian Federation

e-mail: <sup>1</sup>korenevskaya-av@rudn.ru, <sup>2</sup>1042180208@rudn.ru

**Abstract.** *The article considers topical issues of modernization of production processes of exploration, production and processing in the oil and gas industry. The authors' study is based on the hypothesis that the introduction and widespread use of robotic systems will significantly increase the efficiency of oil and gas companies, which will positively affect not only the results of their activities, but also the state of the oil and gas complex as a whole.*

**Keywords:** *oil and gas complex, process robotization, innovative technologies, efficiency improvement.*

### ***References***

1. Geiger J. How much Crude Oil has the world really consumed? // Oilprice.com, 2019. URL: <https://oilprice.com/Energy/Crude-Oil/How-Much-Crude-Oil-Has-The-World-Really-Consumed.html> (in English)
2. McKinsey: otchet «Tsifrovaya Rossiya: novaya real'nost'». URL: <https://www.mckinsey.com/ru/our-insights> (in English)
3. ISO 8373:2012 Robots and robotic devices — Vocabulary. ISO/TC 299 Robotics, 2012 // International Organization for Standardization. URL: <https://www.iso.org/standard/55890.html> (in English)
4. Natsional'nyi standart RF «Roboty i robototekhnicheskie ustroystva. Terminy i opredeleniya». GOST R 60.0.0.4-2019/ISO 8373:2012, 2019. Konsortsium-kodeks: elektronnyi fond pravovoi i normativno-tekhnicheskoi dokumentatsii. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200162703> (in Russian)
5. A Bionic Inspector Rolls In // Ofitsial'nyi sait kompanii Shell. URL: [www.shell.com/inside-energy/a-bionic-inspector-rolls-in.html](http://www.shell.com/inside-energy/a-bionic-inspector-rolls-in.html) (in English)
6. Bepilotniki Kalashnikova nachali monitoring truboprovodov Rosnefti, Gazproma i Transnefti. Informatsionno-analiticheskii portal Neftegaz.RU, 2017. URL: <https://neftegaz.ru/news/aviatehnika/211896-bepilotniki-kalashnikova-nachali-monitoring-truboprovodov-rosnefti-gazproma-i-transnefti/> (in Russian)
7. Neftegazovoi otrasli trebuyutsya robototekhniki i kvantoval'shchiki. Neftegaz.Press: 2020. URL: <http://neftegaz.press/forecast/neftegazovoj-otrasli-trebuyutsya-robototekhniki-i-kvantovalshchiki/> (in Russian)
8. Korenevskaya A. V. Vneshnie i vnutrennie bar'ery na puti vnedreniya innovatsii v neftegazovom komplekse Rossii. Vestnik RUDN. Seriya Ekonomika. 2019. № 1. S. 169-179. (in Russian)
9. Gosudarstvennaya programma «Razvitie promyshlennosti i povyshenie ee konkurentosposobnosti na period do 2020 goda», Rasporyazhenie Pravitel'stva RF № 91-r ot 30.01.2013 g. (s izmeneniyami na 31 marta 2020 goda). URL: <http://docs.cntd.ru/document/499091753> (in Russian)

*Поступила в редакцию 19.11.2020 г.*