



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ
(РОСТЕХНАДЗОР)**

**ПРОТОКОЛ
ЗАСЕДАНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕТА**

27.08.2025

№

4

Москва

Заседание проходило в формате видеоконференции.

Присутствовали: 25 членов НТС (кворум) и 24 участника заседания НТС (регистрационный лист прилагается к настоящему протоколу).

ПОВЕСТКА ДНЯ:

1. Исследование изменений физико-механических свойств проволок подъемных канатов в шахтных стволах глубиной более 600 м.

Докладчик: Стельмах Владислав Анатольевич - заведующий отделом рудничного транспорта и подъема ГБУ «МАКНИИ».

2. Опыт применения цифровых двойников при экспертизе комплексных научно-технических решений (на примере объектов ядерной энергетики).

Докладчики: Подчуфаров Андрей Юрьевич - заведующий кафедрой НИУ «Высшая школа экономики», Соловьев Сергей Леонидович - научный руководитель АО «ВНИИАЭС».

3. О предложениях поддержки и содействия в Ростехнадзоре внедрению передового опыта и инновационных разработок.

Докладчик: Поливанов Василий Иванович - генеральный директор Ассоциации производителей качественной продукции для теплоснабжения.

4. Анализ травматизма с летальным исходом на поднадзорных Ростехнадзору энергетических объектах за период с 2020 по 2024 год и формирование рекомендаций по его снижению.

Докладчик: Локтионов Олег Александрович - доцент кафедры Инженерной экологии и охраны труда ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ».

5. Создание, применение и нормативная поддержка инновационных технологий обеспечения промышленной безопасности опасных производственных объектов в ПАО «СИБУР Холдинг» на основе предиктивной диагностики их технического состояния.

Докладчик: Климов Игорь Георгиевич - член Правления, Управляющий директор ООО «СИБУР», содокладчики: Разуваев Игорь Владимирович -

Генеральный директор АО «НПО «Алькор», Соловьев Александр Евгеньевич - Руководитель Центра мониторинга и диагностики ООО «СИБУР».

6. О методических рекомендациях по оценке устойчивости подземных горных выработок.

Докладчик: Еременко Виталий Андреевич - директор научно-исследовательского центра «Прикладная геомеханика и конвергентные горные технологии», профессор кафедры физических процессов горного производства и геоконтроля Горного института НИТУ МИСИС.

1. По вопросу «Исследование изменений физико-механических свойств проволок подъемных канатов в шахтных стволах глубиной более 600 м».

Заслушав доклад заведующего отделом рудничного транспорта и подъема ГБУ «МАКНИИ» В.А. Стельмаха Научно-технический совет Ростехнадзора отмечает следующее.

Разработка и добыча угля на более глубоких горизонтах приводит к ухудшению условий эксплуатации стальных канатов в шахтных стволах и уменьшению их срока эксплуатации.

Агрессивные условия окружающей среды в стволах глубиной более 600 м значительно влияют на коррозионно-усталостное разрушение наружных проволок канатов, что может привести к ускоренному процессу разрушения и внезапному выходу из строя каната в целом. Участки канатов, находящие под воздействием агрессивной среды вентиляционных потоков воздушных масс, содержащих влагу и пыль, нуждаются в усиленном контроле локальных дефектов с целью повышения безопасной эксплуатации шахтных подъемов.

Сотрудниками МАКНИИ был проведен анализ состояния подъемных канатов шахтных подъемов глубиной 600 и более метров, эксплуатируемых в условиях шахт ДНР, а также были проведены испытания снятых с эксплуатации, в том числе досрочно, подъемных канатов глубоких подъемов для определения их физико-механических свойств и остаточных прочностных характеристик.

Исследования показали, что остаточная прочность образцов канатов со следами питтинговой коррозии, полученная методами неразрушающего контроля, позволяет продолжить эксплуатацию данных канатов, в то время как остаточная прочность, рассчитанная по результатам испытаний методом разрушающего контроля, предусматривает браковку и замену канатов. Следовательно, результаты экспертного обследования по потере сечения и обрывам проволок не дают достаточной информации о состоянии каната.

Таким образом, приведенный анализ исследований отобранных канатов, подверженных питтинговой коррозии и механическому износу, указывает на необходимость разработки дополнительных мер контроля канатов на подъемах глубиной 600 и более метров с исходящей струей воздуха после одного года эксплуатации или достижении потери сечения стали проволок 10%, а также

разработки дополнительного критерия браковки канатов при неразрушающих методах контроля.

Для повышения безопасности эксплуатации подъемных канатов в стволях глубиной 600 и более метров предложено выполнять ряд мероприятий в процессе эксплуатации таких канатов, а также необходимо разработать и утвердить новый критерий браковки канатов с дефектами в виде питтинговой коррозии и внести его в нормативно-правовые акты Российской Федерации.

Научно-технический совет Ростехнадзора принял решение:

1) Принять к сведению доклад «Исследование изменений физико-механических свойств проволок подъемных канатов в шахтных стволях глубиной более 600 м».

2) Отметить высокую актуальность представленной темы и работы в целом.

3) Рекомендовать учитывать результаты данной работы в дальнейшем при оценке состояния стальных канатов методами неразрушающего контроля. Рассмотреть возможность выполнения работы по созданию дополнительного критерия браковки канатов при неразрушающем контроле и включении его в нормативные правовые акты Российской Федерации.

2. По вопросу «Опыт применения цифровых двойников при экспертизе комплексных научно-технических решений (на примере объектов ядерной энергетики)».

Заслушав доклады заведующего кафедрой НИУ «Высшая школа экономики» А.Ю. Подчуфарова и научного руководителя АО «ВНИИАЭС» С.Л. Соловьева Научно-технический совет Ростехнадзора отмечает следующее.

Актуальность анализа особенностей цифровых двойников (ЦД), как современного инструмента создания и управления производственными объектами, подтверждается накопленным опытом разработки и внедрения ЦД в отечественных отраслях промышленности и показателями динамики использования ЦД в различных регионах мира, которые существенно опережают показатели развития промышленности и тесно с ними связаны.

Отличительной особенностью цифровых двойников, определяющей их как качественно новый инструмент, позволяющий значительно повысить показатели эффективности при разработке и управлении производственными объектами, является функционал цифровых двойников, предоставляющий всем участникам процессов жизненного цикла объектов ЦД (пользователям ЦД) возможность совместно формировать и использовать общую базу данных/знаний, актуализируемую в реальном времени и наследуемую при переходе между этапами жизненного цикла (ЖЦ) объекта управления. В состав «всех участников процессов ЖЦ» применительно к объектам ядерной энергетики (ОЯЭ) входят конструкторы, специалисты по ядерной физике, теплофизике, химии, материаловедению, экономике, строительству, закупкам, кадрам, стратегическому управлению, иным направлениям, государственные органы регулирования и надзора. Частным случаем междисциплинарного взаимодействия является область мультифизических процессов, охватывающая в атомной энергетике (АЭ) связанные между собой данные о геометрии, зависимости в теплофизике, ядерной физике, химических и иных процессах. Цифровой двойник является инструментом, опирающимся на новые и постоянно развивающиеся возможности в областях суперкомпьютерного

моделирования, обработки и представления данных, включая алгоритмы искусственного интеллекта, при этом качественная новизна ЦД, в первую очередь, определяется возможностями его пользователей эффективно работать в среде междисциплинарного взаимодействия.

Дополнительная характерная особенность ЦД связана с вопросом об отнесении разработки и внедрения ЦД к области полномочий и ответственности специалистов по информационным технологиям (ИТ). Примеры из мировой практики и отечественной промышленности подтверждают, что новый этап развития ИТ действительно создал предпосылки для развития ЦД, совместно с развитием математических методов ИТ предоставили новые возможности, но потенциал прикладного использования ЦД определяется, в первую очередь, квалификацией работы и составом полномочий специалистов в предметных областях: физике, химии, инженерных науках, безопасности, экономике, социологии, а также в управлении междисциплинарными, в том числе мультифизическими процессами. Актуальность последнего направления объясняет приоритетное внимание, уделяемое за рубежом развитию положений системного инжиниринга, российским аналогом которого является область теории межсистемного взаимодействия.

Сложившиеся формулировки определений и опыт внедрения ЦД подтверждают основные характерные особенности ЦД и позволяют выделить в качестве первоочередной задачи, требующей решения перед началом разработки и внедрения ЦД, необходимость принятия согласованной позиции о базовых целевых показателях (БЦП) объекта ЦД, которые планируется достичь в результате его внедрения.

Актуальные направления повышения эффективности управления ОЯЭ для атомных станций малой мощности (АСММ), больших промышленных АЭС, перспективных энергоустановок четвертого поколения, исследовательских реакторов, достижения стратегических целей отраслевого развития, а также анализ первопричин возникающих вызовов в АЭ в разрезе смены промышленно-технологических этапов отраслевого развития, получивших название «Атомный проект 1.0» и «Атомный проект 2.0», позволяют обосновать состав задач, требующих решения в результате комплексного внедрения ЦД ОЯЭ. При реализации программ по разработке и внедрению ЦД целесообразно использовать сложившиеся в АЭ практики по определению состава пользователей ЦД ОЯЭ, структуры ЦД ОЯЭ, апробированные модели управления БЦП (конкурентоспособностью), обеспечивающие прогнозирование показателей объекта ЦД в сравнении с конкурентами и альтернативными решениями.

Накопленный опыт успешного применения принципов ЦД для достижения отдельных целевых показателей ОЯЭ демонстрируют примеры проекта АО «ВНИИАЭС» в 2010-2012 годах по реализации функции инженера-архитектора ВВЭР-ТОИ, создания виртуально-цифровой АЭС (ВЦАЭС) под научным руководством С.Л. Соловьева, реализованные этапы взаимодействия между Ростехнадзором и предприятиями Госкорпорации «Росатом» при экспертизе комплексных научно-технических решений в развитие рекомендаций НТС Ростехнадзора по предыдущему докладу авторов, выполнение АО «ВНИИАЭС» этапов проекта по созданию ЦД АСММ, разработок НИУ ВШЭ и ООО «АйЭрПи Текнолоджи» структуры интерфейсов, модуля управления БЦП ЦД (МУБЦП) и его алгоритмов.

Отдельного внимания заслуживает опыт реализации АО «ВНИИАЭС» совместно с предприятиями Госкорпорации «Росатом» проектов в области мультифизического моделирования, примерами которых являются работы по ЦД вентиляции герметичной оболочки атомной электростанции (АЭС) с ВВЭР для Нововоронежской АЭС, решения на базе ЦД в рамках реализации комплексной программы водородной безопасности, применение технологий виртуальной реальности, разработка на основе ЦД структурно подобного стенда для реакторной установки (РУ) БРЕСТ ОД 300, участие в координированных исследовательских проектах МАГАТЭ.

Для целей разработки и управления объектами ядерной энергетики:

цифровые двойники, в первую очередь, могут служить средством аккумулирования знаний об объекте управления на всех стадиях его жизненного цикла;

цифровые двойники могут стать инструментом системной оценки конкурентоспособности и принятия решений о целесообразности разработки и сооружения ОЯЭ, обоснования мер импульса (значимости), направлений перспективного развития, поддержки верификации и оптимизации проектных решений, а также поддержки разработки и валидации новых норм безопасности для перспективных ОЯЭ;

цифровые двойники, при условии аттестации кодов могут стать беспристрастным независимым арбитром оценки новых норм проектирования и новых норм и правил для инновационных ОЯЭ.

Научно-технический совет Ростехнадзора принял решение:

1) Принять к сведению доклад «Опыт применения цифровых двойников при экспертизе комплексных научно-технических решений (на примере объектов ядерной энергетики)» и отметить его актуальность.

2) Рекомендовать Ростехнадзору, Госкорпорации «Росатом» (Концерн «Росэнергоатом»), иным организациям:

2.1. Проработать возможность и условия применения цифровых двойников, включая аттестацию используемых кодов, для обоснования безопасности ОЯЭ на этапах разработки проектных решений;

2.2. С целью отработки процессов практического применения цифровых двойников ОЯЭ поддержать разработку и реализацию на базе специализированного подразделения в составе энергетического дивизиона Госкорпорации «Росатом» комплексного пилотного проекта (системы пилотных проектов), направленного на разработку и применение цифровых двойников перспективных ОЯЭ, начиная со стадий обоснования требований, разработки концепции и проектирования;

2.3. Инициировать разработку комплекса мер и дорожную карту перехода на приемку и верификацию результатов работ на стадиях обоснования требований, разработки концепции и проектирования ОЯЭ на основе цифровых двойников разрабатываемых объектов;

2.4. Полученные результаты представить на рассмотрение секции № 3 «Безопасность объектов использования ядерной энергии» НТС Ростехнадзора в 2026-2027 годах.

3. По вопросу «О предложениях поддержки и содействия в Ростехнадзоре внедрению передового опыта и инновационных разработок».

Заслушав доклад генерального директора Ассоциации производителей качественной продукции для теплоснабжения В.И. Поливанова Научно-технический совет Ростехнадзора принял решение:

1) Принять к сведению доклад «О предложениях поддержки и содействия в Ростехнадзоре внедрению передового опыта и инновационных разработок».

2) Рекомендовать ФБУ «НТЦ «Энергобезопасность» во взаимодействии с Управлением государственного энергетического надзора, Управлением государственного строительного надзора и Правовым управлением Ростехнадзора оценить целесообразность разработки правил подготовки руководств по безопасности в области промышленной безопасности и безопасности гидротехнических сооружений, а также руководств по соблюдению обязательных требований в сферах электроэнергетики и теплоснабжения.

4. По вопросу «Анализ травматизма с летальным исходом на поднадзорных Ростехнадзору энергетических объектах за период с 2020 по 2024 год и формирование рекомендаций по его снижению».

Заслушав доклад доцента кафедры Инженерной экологии и охраны труда ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» О.А. Локтионова Научно-технический совет Ростехнадзора отмечает следующее.

В 2024 году произошло 27 несчастных случаев (далее - НС) со смертельным исходом. За последние пять лет на три из восьми федеральных округов пришлось более 60% НС со смертельным исходом, а именно: Центральном – 49 НС (27%), Приволжском – 37 НС (20%) и Южном – 29 НС (16%). В 2024 году общая структура осталась практически без изменений, а наибольшее количество НС произошло в Южном (7 случаев), Центральном (6 случаев) и Приволжском (5 случаев) федеральных округах.

Установлено, что в 2024 году 12 несчастных случаев со смертельным исходом произошли на объектах осуществления государственного энергетического надзора, отнесенных к высокой категории риска (44%).

Среди основных причин травматизма отмечены:

«Неудовлетворительная организация производства работ» – 48,8%, в том числе из которых: 22,6% – необеспечение контроля со стороны руководителей и специалистов подразделения за ходом выполнения работы, соблюдением трудовой дисциплины; 10,7% – недостатки в создании и обеспечении функционирования системы управления охраной труда;

«Недостатки в организации и проведении подготовки работников по охране труда» – 10,7%, в том числе из которых 4,8% – непроведение обучения и проверки знаний по охране труда;

«Прочие причины» – 10,7%, в том числе из которых 7,1% – неосторожность, невнимательность, поспешность.

На основании анализа травматизма с летальным исходом на поднадзорных Ростехнадзору энергетических объектах за период с 2020 по 2024 год, а также анализа мероприятий по результатам расследования НС сформированы рекомендации

по разработке мер, направленных на снижение уровня смертельного травматизма на предприятиях.

Научно-технический совет Ростехнадзора принял решение:

1) Принять к сведению результаты анализа травматизма с летальным исходом на поднадзорных Ростехнадзору энергетических объектах за период с 2020 по 2024 год.

2) Отметить высокую актуальность ежегодного формирования комплекса мер по профилактике травматизма в электроэнергетике, основанного на анализе статистических данных.

3) Рекомендовать Ростехнадзору продолжить исследования по анализу травматизма с летальным исходом и разработке мероприятий, направленных на его снижение, в рамках сотрудничества Управления государственного энергетического надзора Ростехнадзора с Национальным исследовательским университетом «МЭИ».

5. По вопросу «Создание, применение и нормативная поддержка инновационных технологий обеспечения промышленной безопасности опасных производственных объектов в ПАО «СИБУР Холдинг» на основе предиктивной диагностики их технического состояния».

Заслушав и обсудив доклад члена Правления, Управляющего директора ООО «СИБУР» И.Г. Климова, Научно-технический совет Ростехнадзора отмечает следующее.

В докладе представлены методика и результаты работ ПАО «СИБУР Холдинг» по созданию, применению и нормативной поддержке инновационных технологий обеспечения промышленной безопасности опасных производственных объектов (ОПО) на основе предиктивной диагностики их технического состояния.

Работы выполнялись в рамках комплексного подхода к применению инновационных технологий обеспечения промышленной безопасности ОПО, с учетом следующих основных этапов:

внедрение систем вибромониторинга динамического оборудования и комплексов интегрального мониторинга технического состояния статического оборудования (в их состав входят соответствующие датчики, электроника, программное обеспечение и т.п.);

создание и тестирование моделей объектов контроля в системах предиктивной диагностики;

разработка, в соответствии с действующей НТД Ростехнадзора, нормативно-методологического обеспечения внедряемых инновационных технологий в виде СТП Компании.

Предиктивная диагностика (ПД) технического состояния ОПО использовалась как один из инструментов обеспечения их промышленной безопасности в реальном времени в следующих целях:

автоматическое обнаружение системой ПД аномалий в техническом состоянии контролируемых комплексами мониторинга объектов, указывающих на образование потенциально опасных дефектов;

исключение влияния человеческого фактора на данной стадии. Перенос нагрузки по анализу данных в реальном времени со специалистов на математические модели. Концентрация внимания высококвалифицированных специалистов на детальном анализе проблем.

Применились следующие критерии выбора ОПО для реализации пилотных проектов по предиктивной диагностике технического состояния:

по критичности простоя и по стоимости восстановления нормативного состояния - компрессорное оборудование.

по риску ущерба от нештатной ситуации и по критичности простоя – изотермические резервуары для хранения сжиженных углеводородных газов.

Рассмотрены принципы применения технологии ПД состояния компрессорного оборудования и изотермических резервуаров. Описаны модели, параметры, обучение, приведены результаты.

Приведены структура и содержание СТП Компании, обеспечивающих нормативную и методическую поддержку инновационных технологий обеспечения промышленной безопасности.

Научно-технический совет Ростехнадзора принял решение:

1) Принять к сведению доклад члена Правления, Управляющего директора ООО «СИБУР» И.Г. Климова.

2) Отметить актуальность разработки инновационных технологий обеспечения промышленной безопасности ОПО и нормативного обеспечения этих технологий на основе комплексного подхода с применением предиктивной диагностики технического состояния ОПО.

3) Рекомендовать ООО «СИБУР» рассмотреть вопрос о публикации в специализированных изданиях материалов о применяемых в организации подходах в сфере организации мониторинга и диагностики ОПО, внедрения нормативно-технического обеспечения и инструментов диагностики.

6. По вопросу «О методических рекомендациях по оценке устойчивости подземных горных выработок».

Заслушав доклад директора научно-исследовательского центра «Прикладная геомеханика и конвергентные горные технологии», профессора кафедры физических процессов горного производства и геоконтроля Горного института НИТУ МИСИС В.А. Еременко Научно-технический совет Ростехнадзора отмечает следующее.

Техническими специалистами Ростехнадзора и горнодобывающих компаний высказывались предложения о необходимости разработки российского метода оценки устойчивости подземных горных выработок для условий разработки рудных, нерудных, угольных и соляных месторождений.

В российской горной практике десятилетиями применяются как отечественные нормативы (СП 69.13330.2016), так и международные геомеханические классификации - система Бартона (индекс Q), система Беняевского (рейтинг RMR), система Хука (геологический индекс прочности массива GSI) и метод Мэтьюза-Потвина (фактор устойчивости N), которые, обладая разной степенью адаптивности к горно-геологическим условиям требуют комплексного подхода для решения спектра инженерных задач при оценке устойчивости горных выработок.

Целью предлагаемой методики является разработка адаптированного под условия российских месторождений комплексного метода, позволяющего горным инженерам точно оценивать устойчивость и оптимизировать крепление выработок с учетом действующей нормативной документации.

В период с 2009 по 2025 год на основе более 800 проведенных экспериментов в натурных условиях на рудниках России, ближнего и дальнего зарубежья разработан метод оценки устойчивости подземных горных выработок по индексу R_m .

Для работы с применением нового метода на горнодобывающих предприятиях разработаны методические рекомендации по оценке устойчивости подземных горных выработок в условиях разработки рудных и нерудных месторождений.

Разработанный метод оценки устойчивости выработок представляет собой чувствительную систему, адаптирующуюся под конкретные горно-геологические условия разрабатываемых рудных и нерудных месторождений. Рассматриваемый подход является инструментом применения всех существующих параметров, показателей или факторов, входящих в известные апробированные системы для определения устойчивости выработок и оценки вероятности их обрушения.

В настоящее время начаты опытные работы на рудниках компаний Норильский никель, АЛРОСА, Полиметалл, Евраз, СУБР, Быстринская горная компания, Альянс Алтын (Киргизия) и других.

Научно-технический совет Ростехнадзора принял решение:

1) Рекомендовать проведение тестирования рейтинговой системы оценки устойчивости подземных горных выработок с использованием представленного метода на горнодобывающих предприятиях Российской Федерации.

2) Рекомендовать Ростехнадзору рассмотреть возможность использования представленного метода при разработке нормативных правовых актов и методических документов по вопросам обеспечения устойчивости подземных горных выработок при разработке месторождений полезных ископаемых.

Председатель НТС

Б.А. Красных

Ученый секретарь НТС

О.А. Копылов