

Министерство энергетики Республики Беларусь
ГПО «Белтопгаз»

Учреждение образования «Государственный институт повышения
квалификации и переподготовки кадров в области газоснабжения
«ГАЗ-ИНСТИТУТ»



Актуальные вопросы в энергетике

Материалы научно-практической конференции
(Минск, 19–21 ноября 2024 года)

Научное электронное издание

Минск
ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»
2025

УДК 620.9(082)
ББК 31я43

Издается по решению Совета института учреждения образования
«Государственный институт повышения квалификации
и переподготовки кадров в области газоснабжения
«ГАЗ-ИНСТИТУТ»

Редакционная коллегия:
В. В. Моисеев, Е. П. Потапенко

Под общей редакцией
канд. техн. наук, доц.,
ректора ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ» М. Н. Новикова

В материалах научно-практической конференции рассматриваются вопросы внедрения инноваций в отрасли теплоэнергетики и системе дополнительного образования взрослых, цифровизации, охраны труда и промышленной безопасности, взаимодействия сфер науки, образования и производства.

ISBN 978-985-7284-23-8

© Учреждение образования «Государственный институт повышения квалификации и переподготовки кадров в области газоснабжения «ГАЗ-ИНСТИТУТ», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Шмаков Ю.А.

Белорусская энергосистема сегодня. Достижения и тенденции развития 4

Новиков М.Н.

Развитие системы дополнительного образования взрослых в условиях цифровой трансформации экономики 8

Левинский И.А.

Цифровой тренер по оценке рисков и опасностей. Практический кейс по визуализации рисков при производстве земляных работ..... 15

Вирочкин А.А.

Компьютерное зрение как инструмент контроля за соблюдением требований охраны труда..... 23

Посудневский С.С.

IT-платформа безопасности. Опыт создания безопасных условий труда на белорусской железной дороге..... 25

Новосельцев В.Г.

Практико-ориентированная подготовка инженеров на основе эффективного взаимодействия университета с организациями — заказчиками кадров на примере сотрудничества с УП «Брестоблгаз»..... 30

Белько Е.А.

Автоматизация процессов экологической безопасности посредством ПО «Эколог» .. 34

Кабанов П.А.

Повышение культуры безопасности за счет IT-решений в области охраны труда.... 39

Чигирёва С.И.

Слайд-мэппинг в создании здоровых и безопасных условий труда 41

Залесская Е.Н.

Математическое моделирование систем, структур, процессов и его применение в образовании и производстве 45

Волик А.Р.

ГрГУ им. Я. Купалы и УП «Гроднооблгаз»: взаимодействие и перспективы 49

Григорович А.В.

Типичные нарушения, выявляемые госпромнадзором в ходе проведения мероприятий технического (технологического, поверочного) характера в отношении потенциально опасных объектов газораспределительной системы и газопотребления..... 53

Кошелева В.А.

Система мониторинга состояния водителей Montrans DVR 57

Щедров О.Л.

Современные подходы в обеспечении безопасности на производстве.

Осознанная безопасность работника — приоритет деятельности предприятия 60

Поляков В.И.

Исследование ресурса эксплуатации подземных полиэтиленовых газопроводов 65

Потапенко Е.П.

Применение теоретико-вероятностного подхода в рамках решения задач по улучшению защитных свойств дыхательных аппаратов на химически связанном кислороде.....73

БЕЛОРУССКАЯ ЭНЕРГОСИСТЕМА СЕГОДНЯ. ДОСТИЖЕНИЯ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Шмаков Ю.А., первый заместитель генерального директора —
главный инженер ГПО «Белэнерго»

Белорусская энергосистема представляет собой динамично развивающийся, высокоавтоматизированный комплекс электрических станций, электрических и тепловых сетей, крупную и хорошо организованную систему, которая надежно и экономично обеспечивает промышленных, сельскохозяйственных потребителей и население страны электрической и тепловой энергией.

Установленная мощность 68 генерирующих энергоисточников ГПО «Белэнерго» составляет 11 940 МВт.

Из них 1 АЭС — 2 340,0 МВт, 42 ТЭС — 9 502,991 МВт (в том числе 12 ТЭЦ высокого давления установленной мощностью 8 851,37 МВт, из них 3 КЭС мощностью 5 168,6 МВт), 24 ГЭС — 88,105 МВт, 1 ВЭС — 9,0 МВт.

На местных видах топлива работает 10 энергоисточников суммарной установленной мощностью 109,084 МВт.

На начало текущего года количество трансформаторных подстанций 35–750 кВ составляло 1 362 шт., протяженность ЛЭП — 281,84 тыс. км, протяженность тепловых сетей в однострунном исчислении — 7,777 тыс. км.

В состав ГПО «Белэнерго» входит 15 организаций (из них 6 РУП-облэнерго, республиканское унитарное предприятие «Белорусская АЭС», строительный холдинг, 3 института (научно-исследовательский, проектно-изыскательский, опытно-конструкторский), 1 учреждение образования), общая численность персонала 59,587 тыс. человек.

Потребление электроэнергии в Республике Беларусь достигло 41,1 млрд кВт·ч, а выработка электроэнергии энергоисточниками ГПО «Белэнерго» составила 37,3 млрд кВт·ч, что на 1,3 млрд кВт·ч больше уровня 2019 г. (в 2019 г. было 35,9 млрд кВт·ч).

Отпуск тепловой энергии составил 34,3 млн Гкал.

Удельные расходы условного топлива составили:

- на отпуск электрической энергии — 243,1 г/кВт·ч;
- на отпуск тепловой энергии — 167,01 кг/Гкал.

Технологический расход:

- электрической энергии на ее транспорт в электрических сетях по ГПО «Белэнерго» — 7,82 %;
- тепловой энергии на ее транспорт в тепловых сетях по ГПО «Белэнерго» — 7,64 %.

В республике быстрыми темпами развивается альтернативная и возобновляемая энергетика, восстанавливаются и строятся гидроэлектростанции, построена ветроэлектрическая станция, Белорусская атомная электростанция.

За последние 5 лет установленная мощность 68 объектов генерации выросла в 1,3 раза, или на 2 992,8 МВт, и составляет порядка 12 тыс. МВт.

Огромная работа проведена по модернизации электросетевой инфраструктуры: общая протяженность электросетей увеличилась более чем на 2 тыс. км, тепловых сетей — почти на 300 км. Протяженность ПИ-труб в 2020 г. составляла 2,8 тыс. км, или 37 % от общей протяженности тепловых сетей, на сегодняшний день эта цифра выросла до 47 %, или 3,6 тыс. км.

Ежегодно энергоснабжающими организациями осуществляется ремонт и замена более 3 % тепловых сетей от общей протяженности (по итогам 2019 г. ремонт и замена ТС составили 232,9 км, или 3,1 %, за 2023 г. — 263,8 км, или 3,4 %). Ежегодный капитальный ремонт электрических сетей составляет 8–10 % от общей протяженности электрических сетей всех классов напряжения (по итогам 2019 г. ремонт ЭС составил 26,1 тыс. км, или 9,3 %, за 2023 г. — 22,2 тыс. км, или 7,9 %).

Благодаря проделанной работе на сегодняшний день:

- технологический расход тепловой энергии на транспорт по тепловым сетям (потери тепловой энергии, или тепловые потери) в объединенной энергетической системе Беларуси снизились за последние 5 лет на с 9,37 до 6,51 %;
- технологический расход электроэнергии на ее транспорт в электрических сетях Белорусской энергосистемы снизился с 7,69 до 7,55 % (за 1 полугодие 2024 г. составил 1 445,1 млн кВт·ч, или 7,55 %, за 2019 г. — 2 709,8 млн кВт·ч, или 7,69 %).

Удельные расходы условного топлива на отпуск электрической энергии в 2024 г. составили 232,9 г/кВт·ч, это ниже на 7,8 г/кВт·ч значения пятилетней давности (2019 г. — 240,7 г/кВт·ч).

Удельные расходы условного топлива на отпуск тепловой энергии за 5 лет снизились на 0,72 кг/Гкал, с 166,65 до 165,93 кг/Гкал.

С учетом работы Белорусской атомной электрической станции выработка электроэнергии в зависимости от источника генерации на сегодняшний день показана на рисунке 1.

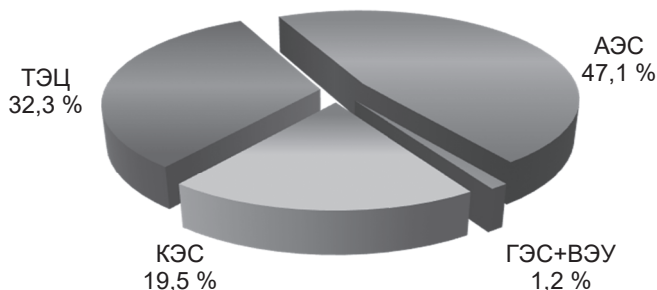


Рисунок 1 — Выработка электроэнергии в зависимости от источника генерации ГПО «Белэнерго»

С момента включения в Объединенную энергосистему страны Белорусская АЭС на полную мощность суммарно выработала более 35 млрд кВт·ч, что позволило заместить порядка 9,5 млрд куб. м. природного газа.

В 2024 г. выработка электроэнергии двумя блоками Белорусской АЭС уже составила более 12 млрд кВт·ч, что почти на 6 % выше выработки за весь 2023 г.

С целью интеграции Белорусской атомной электростанции в Объединенную энергетическую систему:

- в 2020 году завершена установка 34 электродвигателей на 20 энергоисточниках энергоснабжающих организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго», суммарной мощностью 916 МВт;

- в 2024 году введены пиково-резервные энергоисточники общей суммарной мощностью 800 МВт, что позволило повысить надежность энергоснабжения потребителей за счет создания быстродействующего резерва мощности, который обеспечит покрытие пиковых нагрузок, а также формирование оптимальных режимов работы энергосистемы в условиях функционирования БелАЭС. Резервные источники построены на базе высокоманевренных быстродействующих газотурбинных установок, которые могут выдать номинальную мощность в сеть в течение 15 минут.

В ходе строительства объектов применены современные технологии и передовые решения: оборудование и программные комплексы, системы автоматизации и цифровизации.

Для нашей страны атомная станция — это безопасный, мощный и экологически чистый источник электроэнергии. Она способствует развитию национальной ядерной инфраструктуры, содействует развитию технологий и дальнейшему внедрению передовых технических решений в энергетике, промышленности и других отраслях экономики, открывает дополнительные возможности для создания современных энергоемких производств, дает толчок развитию электротранспорта, широкому использованию населением электроотопления.

С этой целью в Республике Беларусь разработана Программа увеличения электропотребления для нужд отопления, горячего водоснабжения и пищевого приготовления на 2021–2025 гг.

В соответствии с Программой общая протяженность подлежащих строительству (реконструкции) электрических сетей для возможности использования электрической энергии для целей отопления, горячего водоснабжения и пищевого приготовления в существующем жилищном фонде в 2021–2025 гг. составляет 5 703,7 км. Ее реализация позволит повысить доступность использования электрической энергии для целей отопления и горячего водоснабжения как в существующем жилищном фонде, так и при строительстве нового электрифицированного жилья.

В период с 2021 г. по август 2024 г. введено в эксплуатацию 1,583 млн метров квадратных электродомов.

Начиная с января 2019 г. по август 2024 г. от граждан в энергоснабжающие организации поступило 125 904 запроса на выдачу технических условий на присоединение электроустановок граждан к электрическим сетям для использования электрической энергии для нужд отопления, горячего водоснабжения и пищевого приготовления. По 112 926 запросам гражданам выданы технические условия, что составляет 89,7 % от всех обратившихся.

За 9 месяцев 2024 г. электропотребление населением и приравненными к ним потребителями для нужд нагрева и горячего водоснабжения составляет 603,7 млн кВт·ч, по сравнению с аналогичным периодом 2023 г. рост составляет 156,673 млн кВт·ч (9 месяцев 2023 г. — 447,027 млн кВт·ч).

Большой потенциал увеличения электропотребления связан с развитием электротранспорта. Во многом это обусловлено реализацией Программы создания государственной зарядной сети для зарядки электромобилей.

В рамках данной Программы энергоснабжающие организации участвуют в возведении и реконструкции сетей внешнего электроснабжения.

На 1 октября 2024 г. к электрическим сетям энергоснабжающих организаций уже подключено более 1 250 шт. электроразрядных станций (ЭЗС) и супербыстрых электроразрядных комплексов (СБЗК).

Величина электропотребления электроразрядными станциями за 9 месяцев 2024 г. составляет 25,5 млн кВт·ч (за 9 месяцев 2023 г. — 12,0 млн кВт·ч).

В рамках Государственной программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 гг. в 2024 г. завершена работа по полному переводу на электрическое отопление первого в стране населенного пункта Великий Бор Хотимского района Гомельской области.

Для реализации проекта потребовалась реконструкция порядка 19 км электрических сетей, кроме того пришлось заменить устаревшее оборудование. К началу этой зимы тепло пришло в 240 домов и квартир жителей Великого Бора. В январе 2024 г. электропотребление в агрогородке составило 386,2 тыс. кВт·ч, что в 6 раз превышает показатель января 2023 г. и почти в 10 раз — января 2022 г.

С целью поэтапного наращивания использования электрической энергии в пассажирских перевозках выполнены работы по созданию электросетевой инфраструктуры для перевода пассажирского транспорта г. Жодино и Шкловского района на электротягу.

В последующие годы развитию супербыстрых зарядных комплексов и переводу пассажирского транспорта на электротранспорт будет уделяться еще большее внимание.

В Республике Беларусь имеется хороший потенциал для увеличения электропотребления, который может быть достигнут, если все заинтересо-

ванные стороны согласуют взаимоприемлемые условия при использовании электрической энергии.

Реализуемые основополагающие программы в энергетической отрасли:

- Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь;
- Комплексный план развития электроэнергетической сферы до 2025 г. с учетом ввода Белорусской АЭС;
- Концепция развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 г.;
- Программа увеличения электропотребления для нужд отопления, горячего водоснабжения и пищевого приготовления на 2021–2025 гг.;
- Программа комплексной модернизации производств энергетической сферы на 2021–2025 гг.;
- Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг.;
- Стратегия информатизации и цифровой трансформации ГПО «Белэнерго» на период 2021–2025 гг.;
- Программа централизованных работ по цифровизации и цифровой трансформации ГПО «Белэнерго» на период 2024–2026 гг.;
- Программы реконструкции и технического переоснащения тепловых сетей на 2026–2030 гг. с перспективой до 2035 г.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ВЗРОСЛЫХ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОНОМИКИ

Новиков М.Н., канд. тех. наук, доцент, ректор ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»

Государственной программой «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 гг., утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 66 от 2 февраля 2021 г., в предстоящий период предполагается переход к формированию государственных цифровых платформ для цифровой трансформации процессов управления отраслями экономики, учреждениями и предприятиями, информационными отношениями, возникающими между ними, а также к интенсивному развитию электронных сервисов для граждан и бизнеса, в частности обеспечению доступности образования, основанного на применении современных информационных технологий как для повышения качества образовательного процесса, так и для подготовки граждан к жизни и работе в условиях цифровой экономики.

Цифровая трансформация системы образования заключается в том, чтобы эффективно и гибко применять новейшие информационные техно-

логии как для повышения качества образовательного процесса, так и для перехода к персонализированному обучению. Для этого предусматривается:

- развитие и создание новых интерактивных образовательных информационных ресурсов, а также элементов онлайн-обучения для всех уровней образования;
- формирование единого информационного пространства отрасли (создание отраслевой государственной цифровой платформы), развитие в его рамках электронных сервисов и аналитических инструментов для организации эффективного взаимодействия обучающихся;
- внедрение сервисов, фиксирующих активность слушателя, накапливающих и анализирующих данные о нем и создание персонализированных «образовательных траекторий»;
- дальнейшее совершенствование технологической и информационно-коммуникационной инфраструктуры учреждений образования.

В 2022 г. разработана и утверждена Концепция создания информационно-образовательного портала ГПО «Белтопгаз».

Целью создания информационно-образовательного портала являются реализация и систематизация образовательных процессов в организациях ГПО «Белтопгаз», направленные на повышение качества и обеспечение доступности обучения за счет: интеграции сети видеостудий, создания электронных учебных курсов, интеграции библиотек и баз данных с нормативной документацией ГПО «Белтопгаз», библиотечного фонда и средств обучения ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ».

На сегодняшний день в рамках реализации Концепции:

1. Разработан и утвержден образовательный стандарт ГПО «Белтопгаз».
2. Разработана цифровая образовательная платформа на базе LMS Moodle (системы электронного обучения), содержащая электронные учебные курсы по основным образовательным программам для газоснабжающих организаций.
3. Разработана электронная библиотека ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ».
4. Завершена реализация инвестиционного проекта «Создание системы видеоконференцсвязи и онлайн-обучения организаций ГПО «Белтопгаз» в ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ» (таблица 1).
5. Начата разработка сетевой версии автоматизированной системы управления образовательным процессом «ГАЗ-ДОКУМЕНТ».

Таблица 1 — Экономия затрат на обучение при использовании системы видеоконференцсвязи

Ожидаемая экономия для ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ» в 2025 г., тыс. руб.	640,91
Экономия оплаты труда ППС (внедрение дистанционной формы, обучение в потоке, повышение комплектности групп)	555,26
<i>специалисты</i>	189,66
<i>рабочие</i>	365,60

Экономия за счет внедрения тестирования	85,65
<i>специалисты</i>	17,75
<i>рабочие</i>	67,90
Экономия для организаций, входящих в состав ГПО «Белтопгаз» в 2025 г., тыс. руб.	772,89
Экономия суточных	244,48
Экономия на транспортных расходах	–72,82
Экономия на найме жилых помещений	601,23
ИТОГО экономия от внедрения системы ВКС и образовательной платформы	1413,80

В стандарте регламентируются:

– организация обучения по образовательным программам дополнительного образования взрослых:

- для кадрового резерва,
- для руководящих работников и специалистов,
- для рабочих профессий;

– порядок планирования обучения, направление на обучение в ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»;

– экономические взаимоотношения между ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ» и организациями, входящими в ГПО «Белтопгаз».

Формирование цифровой образовательной среды в ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ» на основе LMS Moodle реализуется в виде электронных учебных курсов. Образовательная платформа Moodle (<https://study.gazinstitut.by/>) содержит электронные учебные курсы (ЭУК) более чем по 30 образовательным программам переподготовки, повышения квалификации и курсов целевого назначения, охватывающих основные образовательные программы для специалистов и рабочих организаций, входящих в ГПО «Белтопгаз» (рисунок 1).

Электронные учебные курсы формировались из учебных модулей.

В первую очередь разрабатывались типовые модули исходя из условия максимального объема информации (максимальный объем часов). После на базе типового модуля формировались модули для конкретного перечня образовательных программ путем сокращения информации в зависимости от необходимого количества часов в учебной программе.

В итоге ЭУК представляет собой набор гиперссылок на модули в соответствии с учебной программой для конкретной образовательной программы.



Рисунок 1 — Образовательная платформа ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»

Для заполнения модулей используется база данных с цифровыми образовательными ресурсами, которая сформирована на основе LMS Moodle и содержит конспекты лекций, презентации, фото- и видеоматериалы и другие учебные материалы в объеме, достаточном для освоения образовательных программ. Материалы для контроля знаний разрабатывались в рамках конкретного модуля и содержат тестовые задания в объеме, достаточном для текущего контроля знаний в режиме самоподготовки и итоговой аттестации.

Весь учебный материал, включая тестовые задания, прошел рецензирование в газоснабжающих организациях. За счет использования электронных курсов в образовательном процессе реализуется концепция единых требований при обучении для всех работников отрасли.

Созданная система видеоконференцсвязи предназначена для усовершенствования и качественного проведения онлайн-занятий, дистанционного обучения работников организаций ГПО «Белтопгаз», а также решения производственных задач.

Эффективное использование системы видеоконференцсвязи будет достигаться в том числе за счет интеграции с создаваемым образовательным порталом ГПО «Белтопгаз», что позволит реализовать на практике цифровую трансформацию образовательного процесса как в институте, так и в ГПО «Белтопгаз».

С целью дальнейшего совершенствования образовательного процесса институт совместно с ПУ «АйТиГаз» УП «Витебскоблгаз» ведет разработку

Структурно-функциональная схема АСООП

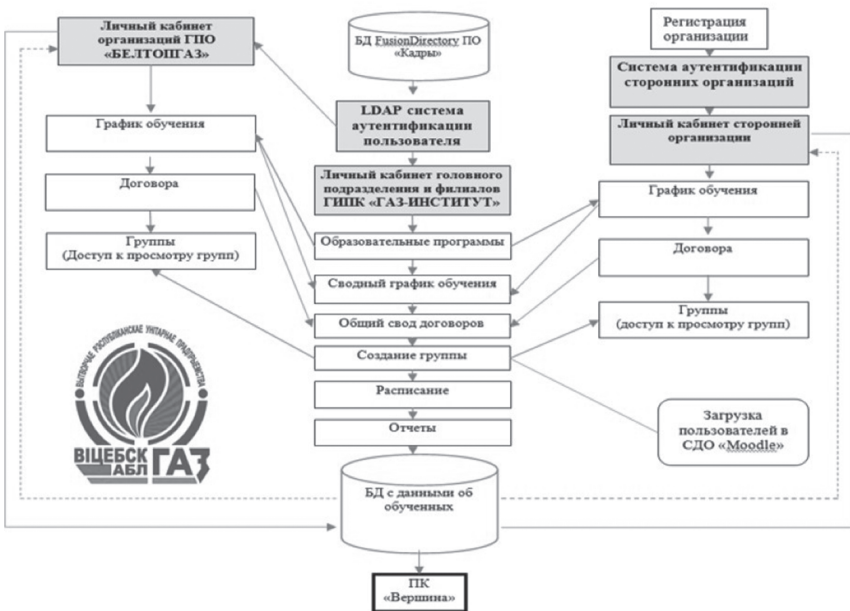


Рисунок 2 — Структурно-функциональная схема АСООП

Автоматизированной системы обеспечения образовательного процесса ПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ» (рисунок 2).

Разрабатываемый программный продукт предназначен для автоматизации системы обеспечения образовательного процесса в институте. Данное ПО позволит формировать информацию о слушателях, учебных группах, успеваемости и других аспектах образовательного процесса.

Необходимость создания сетевой версии данного продукта обусловлена объединением всей информации в одной БД, организацией предоставления отчетов для ГПО «Белтопгаз», интеграцией с программой ПК «Вершина» для мониторинга общей картины по обученным в ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ». Дополнительный эффект будет достигаться за счет повышения управляемости образовательным процессом.

Первым был разработан и прошел тестирование на работоспособность блок «График обучения» АСООП «ГАЗ-ИНСТИТУТ» (рисунок 3). Алгоритм работы с ним следующий.

Через личный кабинет организации на портале автоматизированной системы обеспечения образовательного процесса ответственные лица газоснабжающей организации заполняют Годовой план-график обучения.

Заполнение заявки к годовому плану от ГО

7/10

Рисунок 3 — Блок «График обучения» АСООП «ГАЗ-ИНСТИТУТ»

Ответственное лицо ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ» формирует на портале автоматизированной системы обеспечения образовательного процесса Годовой график открытия групп на следующий год в разрезе своих структурных подразделений с учетом возможности одновременного открытия групп в нескольких структурных подразделениях для организации поточного метода проведения занятий.

Ответственные лица организации в соответствии с Годовым графиком открытия групп не позднее чем за 10 рабочих дней до запланированного дня открытия группы заполняют на портале автоматизированной системы обеспечения образовательного процесса заявки на обучение.

Ответственное лицо ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ» в течение 5 рабочих дней либо подтверждает формирование группы на обучение, либо производит корректировку Графика формирования групп и информирует об этом организации, подавшие заявки на обучение.

По завершении обучения не позднее 5 рабочих дней ответственное лицо ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ» вносит информацию о результатах итоговой аттестации работников (номер протокола, дата), прошедших обучение, на портал автоматизированной системы обеспечения образовательного процесса. Данная информация должна отразиться в программном комплексе СУОТ.

При необходимости, не позднее чем за месяц до планируемой даты формирования группы на обучение, ответственные лица организации вно-

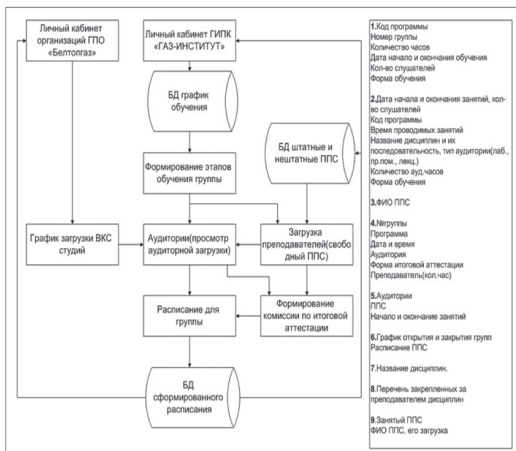


Рисунок 4 — Блок «Расписание занятий» АСООП «ГАЗ-ИНСТИТУТ»

сят корректировки в Годовой план-график обучения на портале автоматизированной системы обеспечения образовательного процесса.

Для повышения управляемости образовательным процессом за счет рационального использования компетенций профессорско-преподавательского состава и эффективного использования аудиторного фонда на сегодняшний день разрабатывается техническое задание на блок «Расписание занятий» АСООП «ГАЗ-ИНСТИТУТ» (рисунок 4). Он будет содержать базы данных по компетенциям и загрузке актуального профессорско-преподавательского состава, назначению и количеству посадочных мест учебных аудиторий по всем подразделениям института.

Ближайшие перспективы развития образовательного процесса в ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»:

- Разработка автоматизированной системы обеспечения образовательного процесса ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ».
- Разработка виртуальных лабораторных работ и тренажеров для создания классов виртуальной реальности.
- Замена проекторов на интерактивные доски с целью внедрения интерактивных технологий в образовательный процесс.
- Совершенствование интерфейса официального сайта института за счет использования интерактивных технологий, а именно создания конструктора образовательных программ повышения квалификации руководящих работников и специалистов.

ЦИФРОВОЙ ТРЕНЕР ПО ОЦЕНКЕ РИСКОВ И ОПАСНОСТЕЙ. ПРАКТИЧЕСКИЙ КЕЙС ПО ВИЗУАЛИЗАЦИИ РИСКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Левинский И.А., первый заместитель генерального директора —
главный инженер УП «Брестоблгаз»

Разработка УП «Брестоблгаз» «Цифровой тренер по оценке рисков и опасностей при производстве земляных работ» — это практический кейс по визуализации рисков, который позволяет доступно и эффективно обучать работников безопасной организации и порядку действий при выполнении работ, предотвращению производственного травматизма, формировать риск-ориентированное мышление работников, совершенствовать навыки в сфере охраны труда.

Данный программный продукт представляет собой панорамное ознакомление с местом производства земляных работ. При нажатии кликабельного знака «Ознакомление» мы оказываемся на месте производства работ, которое ограждено защитным ограждением (рисунок 1).



Рисунок 1 — Первый этап ознакомления с местом производства работ



Рисунок 2 — Второй этап ознакомления с местом производства работ

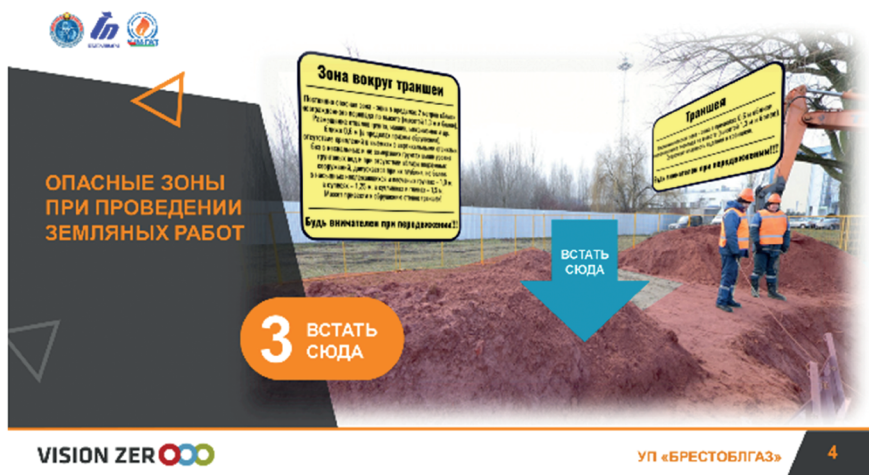


Рисунок 3 — Третий этап ознакомления с местом производства работ

На ограждении установлена информационная вывеска с запрещающими, предупреждающими, предписывающими надписями и знаками. На экране появляются предупредительные знаки, описывающие опасности и риски, которые ожидают работника в данной зоне (рисунок 2, 3).



Рисунок 4 — Опасные зоны и риски при проведении земляных работ в зоне траншеи

Например:

«Внимание! Пожароопасно!» — на данном участке существует опасность возникновения пожара.

«Осторожно! Возможность падения с высоты» — опасность травмирования.

При нажатии кликабельного знака «Встать сюда» мы переходим непосредственно в виртуальную зону производства работ, в которой просматриваем представленную схему на 360° (рисунок 4).

Для удобства восприятия постоянные и периодические опасные зоны подсвечиваются различными цветами в зависимости от уровня опасности. Они являются кликабельными, при нажатии на зону выделяется поле с пояснением и описанием опасностей, возникающих при нахождении в данном месте, и мер управления по снижению рисков (рисунок 5).

Оказываясь в виртуальном пространстве, работник должен знать о необходимости выполнения ряда технических решений по предупреждению опасности обрушения грунта (крепления стенок выемок, состояния откосов), по определению места установки лестниц для спуска работников к месту производства работ и размещения первичных средств пожаротушения; об использовании в процессе производства работ предохранительных поясов, строп, которые должны быть надежно закреплены в местах крепления, и т. д.

Зона работы экскаватора является постоянно опасной зоной, в которой не разрешается проводить работы со стороны забоя и находиться работникам в радиусе действия экскаватора ближе 5 метров.



VISION ZER

УП «БРЕСТОБЛГАЗ»

7

Рисунок 5 — Опасные зоны и риски при проведении земляных работ



VISION ZER

УП «БРЕСТОБЛГАЗ»

6

Рисунок 6 — Опасные зоны и риски при выполнении электросварочных работ в зоне траншеи

Землеройные и транспортные машины, отвалы грунта и другие предметы необходимо располагать за пределами призмы обрушения грунта на расстоянии не менее 0,6 м.



Рисунок 7 — Первый этап тестирования практического модуля

Появление знаков предупреждает работника об опасных ситуациях и рисках, а данный практический кейс дает работнику возможность запомнить действующие на него угрозы и продумать меры по их минимизации и устранению (рисунок 6).

Периодически опасные зоны — это зоны, в которых опасности и риски могут возникнуть в ходе выполнения различных видов работ. В данном случае это производство электросварочных работ, работ с применением электроинструмента, расположение оборудования и инструмента.

Каждый всплывающий элемент напоминает работнику о применении специальных средств индивидуальной защиты, исключающих термические повреждения незащищенных участков кожи, повреждение глаз от искр и отлетающих частей обрабатываемых деталей.

Благодаря цифровой визуализации мы формируем и повышаем уровень риск-ориентированного мышления у работников нашего предприятия.

Для отработки навыков определения и выявления опасных ситуаций на рабочих местах переходим к практическому тренажеру (рисунок 7).

В ходе прохождения задания кликом мыши отмечаются и подсвечиваются синим цветом места, на которых находятся предполагаемые опасности (рисунок 8).

Мы имеем возможность просмотреть организацию мест производства работ, расположение и расстановку машин и оборудования и выбрать места, где, по нашему мнению, имеются нарушения законодательства в области труда и пожарной безопасности.



Рисунок 8 — Определение нарушений



Рисунок 9 — Результат выявления нарушений

К примеру, в данной снимке мы видим:

- отсутствие креплений вертикальных стенок при выполнении работ выше человеческого роста [1];
- не пристегнутый к поясу строп [4];
- размещение автомобиля на границе выемки [2];

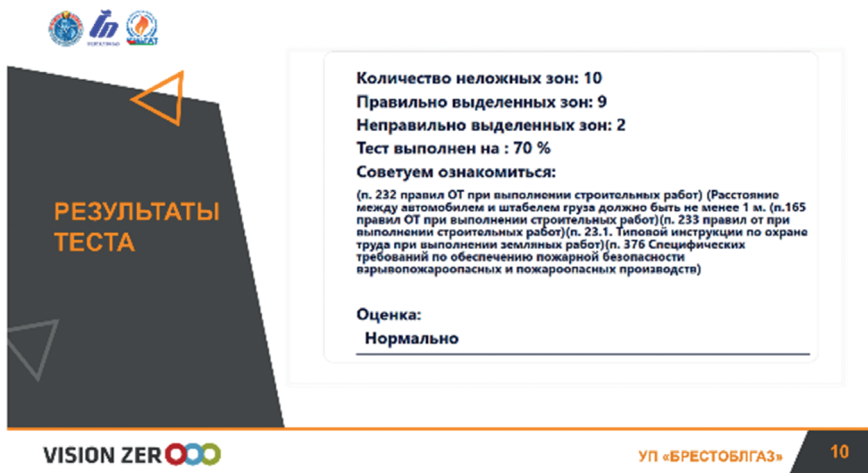


Рисунок 10 — Оценка освоения практического модуля

- наличие горючих материалов (мусора) в месте производства сварочных работ [3];
- при работе в прямке работник не использует каску защитную [4];
- нахождение работающих в зоне работы экскаватора [1];
- не установлены противооткатные упоры [2].

Выделив нарушения, мы можем ознакомиться с результатами. Нажимаем кнопку «Результат». Каждое найденное нарушение подсвечивается зеленым цветом (рисунок 9).

Если же опасность не была выявлена, на панорамной картинке она будет выделена красным цветом с поясняющими надписями, и работник сможет дополнительно ознакомиться с пунктами нормативного документа, регламентирующего безопасную организацию работ.

На рисунке 10 мы видим, что экзаменуемый не выявил такие нарушения, как:

- недостаточное количество средств пожаротушения [3];
- отсутствие металлической емкости для огарков [3];
- вместо лестницы для спуска в приямок используется стремянка [4], и т. д.

Таким образом, просматривая ситуационное задание, проводится анализ уровня знаний работающего в определении опасностей и рисков на рабочем месте при производстве различных видов работ.

В итоговом Протоколе отражаются результаты умения на практике выявлять опасные ситуации и действия, количество всех нарушений, правиль-

но выявленных и не найденных зон нарушений, а также процент освоения практического модуля. Информация о результатах сохраняется в личной карточке работника в ПК СУОТ.

В случае, когда работник теряется и в результате показывает низкий уровень знаний, для повышения риск-ориентированного мышления с ним проводится индивидуальное дополнительное обучение с разъяснением опасностей и рисков, представленных видов выполняемых работ, что позволит исключить случаи производственного травматизма, а также нарушений требований охраны труда и технологической дисциплины.

Использование цифрового тренера по оценке рисков и опасностей, а также применение практического кейса по визуализации рисков востребовано при проведении инструктажей и проверки знаний по охране труда. Сегодня мы стремимся внедрять инструменты, повышающие уровень безопасного поведения, которое при использовании цифрового подхода позволит выработать привычку производить работы безопасно, что в свою очередь даст возможность достичь главной цели — повышения личной ответственности каждого работника в обеспечении безопасности и предупреждения травматизма.

Список использованных источников

1. Правила по охране труда при выполнении строительных работ, утверждены Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 31 мая 2019 г. № 24/33.

2. Правила по охране труда при эксплуатации автомобильного и городского электрического транспорта, утверждены Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства транспорта и коммуникации Республики Беларусь от 6 декабря 2022 г. № 78/104.

3. Специфические требования по обеспечению пожарной безопасности взрывопожароопасных и пожароопасных производств, утверждены постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 20 ноября 2019 г. № 779.

4. Типовая инструкции по охране труда при выполнении земляных работ, утверждена Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30 сентября 2016 г. № 53.

КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ КОНТРОЛЯ ЗА СОБЛЮДЕНИЕМ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА

Вирочкин А.А., первый заместитель генерального директора — главный инженер УП «Мингаз»

Системы видеоаналитики сегодня находят применение практически во всех сферах человеческой деятельности, и особенно актуальны они там, где ценой пресловутого «человеческого фактора» может стать чья-то жизнь. В условиях ежедневного выполнения работ повышенной опасности основным запросом нанимателя является контроль за соблюдением сотрудниками требований охраны труда.

Развитие интеллектуальных функций видеонаблюдения открывает широкие возможности. Встроенная в камеру «умная» видеоаналитика позволяет вести сбор и анализ важной информации в режиме реального времени, прогнозировать дальнейшее развитие ситуации и предотвращать те или иные нежелательные последствия, отличать человека в кадре от других предметов и подавать сигнал о нахождении посторонних в определенной зоне, отслеживать события по заданным параметрам и наглядно отображать ситуацию, анализировать видео в больших объемах, но с меньшим вмешательством человека и др.

В своем докладе я хочу остановиться на конкретных примерах использования компьютерного зрения для безопасности, которые реализованы в нашем филиале «Торфобрикетный завод «Сергеевичское».

Данный проект начал разрабатываться в 2020 году после завершения проекта модернизации производства. Прогрессивные изменения претерпела и IT-инфраструктура предприятия, что дало возможность обеспечить устойчивое интернет-соединение для подключения новых камер видеонаблюдения и их стабильной работы. Тем самым зона покрытия системами видеонаблюдения была значительно расширена.

Система видеонаблюдения в нашем случае включает несколько интеллектуальных модулей.

Модуль трекинга применяется для отслеживания перемещения или контроля периметра, когда:

- объект пересекает контрольную линию (например, вторжение на территорию);
- объект перемещается по территории;
- объект находится на территории продолжительное время или больше заданного.

Человек, который следит за данной обстановкой, получает оповещения с выводом на монитор и уведомлением на телефон вахтера.

Установка модуля трекинга позволяет нам:

- фиксировать попытки проникновения на территорию;
- обеспечивать безопасность сотрудников и имущества;
- предотвращать хищения имущества.

Модуль распознавания автономеров позволяет вместе со СКУД автоматизировать пропуск транспортных средств, которые имеют разрешение на въезд или выезд. В том числе данный модуль имеет возможность создания черного списка автомобилей, ограничивая им доступ. Также с помощью этого модуля можно вести учет нахождения транспорта на территории с предоставлением отчета.

Использование **модуля детектора отсутствия касок** позволяет свести на минимум случаи нарушения правил охраны труда сотрудниками, снизить риск получения травм на рабочем месте и дает возможность расследовать обстоятельства нарушения правил охраны труда. Его работа заключается в обнаружении отсутствия каски на голове у человека, с автоматической отправкой уведомления ответственному лицу и звуковым оповещением. Все нарушения охраны труда регистрируются в реестре нарушений. Имеется возможность возврата к видеофрагменту нарушения в архиве в любое время.

Для оборудования звукового оповещения в филиале было выбрано место, где по результатам идентификации опасностей и оценки рисков значение риска получения травмы от падающих предметов было наиболее высоким. Этим местом является склад готовой продукции, где по лентам топливные брикеты поднимаются на значительную высоту от прессового отделения до бункеров, из которых и происходит выгрузка брикета. При этом технологический процесс предусматривает нахождение под лентами как работников ТБЗ, так и водителей сторонних организаций, чьи автомобили заезжают под загрузку брикета.

Звуковое оповещение о фактах неиспользования защитной каски в опасной зоне построено следующим образом: модуль обнаруживает работника без каски, посылает данную информацию на сервер, который в свою очередь запускает событие о необходимости подачи звукового сигнала на выход камеры, который связан с громкоговорителем посредством усилителя мощности.

Услышав громкий предупредительный сигнал о необходимости покинуть опасную зону и надеть каску, работник обязательно обратит внимание на свое нарушение и не допустит возможного происшествия несчастного случая.

Это мероприятие направлено именно на предотвращение несчастного случая. Помимо нарушителя данный звуковой сигнал услышат окружающие его коллеги и руководители, которые обратят внимание на его нарушение и предпримут соответствующие действия.

Параллельно подаче звукового сигнала происходит отправление СМС-сообщений на телефоны инженера по ОТ, руководителя структурного подразделения и непосредственного руководителя.

Для идентификации человека, допустившего нарушение, в системе формируется информация с прикрепленной фотографией лица, допустившего нарушение.

Звуковое оповещение в филиале было внедрено с декабря 2023 года и продемонстрировано впервые в рамках конкурса на лучшее предложение по охране труда ГПО «Белтопгаз». Анализ результативности такого мероприятия показал, что общее количество случаев нахождения без защитной каски в опасной зоне сократилось на 36 % по сравнению с данными за аналогичный период 2023 года. При этом основную долю составляют случаи, допущенные работниками сторонних организаций. Данные о нарушениях, допущенных работниками нашего филиала, свидетельствуют о снижении таких случаев на 69 %.

Следует отметить, что среди работников филиала «ТБЗ «Сергеевичское» был проведен анонимный опрос об эффективности применения звукового оповещения в случае неприменения защитной каски в опасной зоне. Результаты опроса показали, что 32 % опрошенных ответили, что такое решение позволило действительно напомнить им о собственной безопасности и надеть каску; 24 % опрошенных ответили, что стали надевать каску, чтобы избежать общественного порицания, ведь звуковой сигнал очень громкий и на это обращают внимание другие работники предприятия; лишь 6 % из опрошенных высказались против такого новшества и усомнились в его эффективности; остальные работники высказались нейтрально, так как всегда использовали и используют каску, осознавая ответственность за свою безопасность.

Применение компьютерного зрения для контроля за соблюдением требований по охране труда полностью вписывается в концепцию «Нулевого травматизма», помогает контролировать риски, выявлять угрозы, принимать превентивные меры для снижения травматизма и для обеспечения безопасности работников.

ИТ-ПЛАТФОРМА БЕЗОПАСНОСТИ. ОПЫТ СОЗДАНИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Посудневский С.С., первый заместитель начальника службы охраны труда и промышленной безопасности Управления Белорусской железной дороги

Без сомнения, компьютерные технологии проникают во все области нашей жизни, а на предприятиях во все или почти все производственные процессы. Несмотря на преобладание консервативных подходов в органи-

зации работы по обеспечению безопасных условий труда, в охране труда существует множество направлений, где внедрение цифровых решений целесообразно, эффективно и необходимо.

На Белорусской железной дороге для сопровождения проводимой работы по вопросам охраны труда, промышленной и электробезопасности, учета случаев травмирования граждан на железнодорожной инфраструктуре в масштабах всего объединения используются несколько IT-разработок:

- платформа «Охрана труда и контроль состояния промышленной безопасности» в составе Единой корпоративной интегрированной системы управления финансами и ресурсами (ЕК ИСУФР);
- сайт службы охраны труда и промышленной безопасности, работающий с 2016 года и являющийся сегментом корпоративной части официального сайта rw.by;
- блоки «Промышленная безопасность» и «Непроизводственный травматизм» в геoinформационной среде «Отраслевые атласы Белорусской железной дороги».

Важно, что все названные компьютерные системы, разработки, блоки являются составной частью многозадачных корпоративных IT-платформ. Такое построение не только позволяет осуществлять обмен информацией и интеграцию со смежными сферами — оно демонстрирует, что вопросы обеспечения безопасности труда встроены в структуру управления и являются составной частью менеджмента.

Рассмотрим функции и назначение каждой цифровой разработки.

Программный комплекс «Охрана труда и контроль состояния промышленной безопасности» расположен на серверах Главного расчетного информационного центра Белорусской железной дороги, имеет тесную интеграцию с разделом ЕК ИСУФР «Управление персоналом», что обеспечивает актуальность данных по кадровому составу сотрудников БЖД, и с разделом «Типовой бухгалтерский учет», через который поступают сведения о выданных средствах индивидуальной защиты и нормах обеспечения.

Вход на ресурс осуществляется через корпоративный сайт с использованием пары логин/пароль, определяющей полномочия и возможности пользователя.

Платформа имеет многоступенчатую структуру, состоит из двух подразделов: «Охрана труда» и «Промышленная безопасность». Информация закреплена в виде открывающихся ссылок, при клике на которые можно получить детализированные сведения. Все виды отчетов, таблиц можно преобразовать и скачать как документы форматов пакета Microsoft Office.

Функционал раздела «Охрана труда» представлен двумя направлениями: **ведение данных** и **отчетность**. Каждое из этих направлений в свою очередь имеет дальнейшую детализацию (рисунок 1).

БЧ БЕЛОРУССКАЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖКА РАЗДЕЛЫ ЛОКОМОТИВЫ ВАГОНЫ КОНТЕЙНЕРЫ ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ОХРАНА ТРУДА ПРОМЫШЛЕННАЯ И ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ ПОМОЩЬ	
ОХРАНА ТРУДА.ВЕДЕНИЕ ДАННЫХ	ОХРАНА ТРУДА, ОТЧЕТНОСТЬ
Личная карточка работника	Данные по охране труда
Журнал предписаний	Анализ распределения несчастных случаев
Журнал проверки знаний	Отчет о количестве нарушений
Журнал нарушений	Отчет о количестве предписаний
Журнал учета несчастных случаев, оформленных актами Н-1	Сведения об обучении и проверке знаний
Справочники	Данные о нетрудоспособности потерпевших
Горячая линия	История изменений
СВЕДЕНИЯ О ТРАВМИРОВАНИИ ГРАЖДАН	СВЕДЕНИЕ О НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ, ОФОРМЛЕННЫХ АКТОМ НП
Журнал учета травмирования граждан	Журнал учета несчастных случаев(НП)
Сведения о произошедших случаях травмирования	Анализ распределения несчастных случаев(НП)

Рисунок 1 — Фрагмент начальной страницы раздела «Охрана труда» в Единой корпоративной интегрированной системе управления финансами и ресурсами Белорусской железной дороги

Во вкладке «Ведение данных» раздела «Охрана труда» предусмотрены подразделы:

- личная карточка работника;
- журнал предписаний;
- журнал проверки знаний;
- журнал нарушений;
- журнал учета несчастных случаев;
- справочники.

Основные функции, реализованные в разделе «Охрана труда», — оформление и учет протоколов проверки знаний, создание предписаний; программное обеспечение позволяет проводить персонифицированный учет нарушений по охране труда, сбор и первоначальную обработку данных о прошедших случаях травмирования на объектах железнодорожной инфраструктуры граждан, не связанных с производством.

Получение обобщенных данных возможно из вкладки «Отчетность», где предусмотрено формирование статистических отчетов с применением фильтров о количестве нарушений, предписаний, о проверке знаний, о нетрудоспособности потерпевших, обобщенной информации о причинах несчастных случаев, профессии, стаже работы пострадавших, допущенных нарушениях и ряде других параметров (таблица 1).

Таблица 1 — Статистические данные из основных блоков программного комплекса «Охрана труда и контроль состояния промышленной безопасности» за 10 месяцев 2024 года по всем организациям Белорусской железной дороги

Оформлено протоколов проверки знаний	24 529
Составлено предписаний	1 510
Отмечено отступлений от требований нормативных документов	4 678
Количество работников, допустивших нарушение требований охраны труда	1 663
Проведено технических диагностирований (освидетельствований) объектов промышленной безопасности	1 414

Функционал «Промышленная безопасность» состоит из двух частей: «Ведение данных» и «Просмотр данных». Разделение обусловлено разными задачами, стоящими перед работниками, и для исключения ошибочных действий.

В подразделе «Ведение данных» функционирует приложение, предназначенное для внесения информации по объектам, а также сведений об ответственных лицах, выявленных несоответствиях, результатах проверки знаний работающих по вопросам промышленной безопасности.

Основными функциями раздела «Промышленная безопасность» являются:

- контроль за прохождением необходимых видов подготовки ответственными работниками;
- учет и контроль за проведением необходимых видов диагностирования и освидетельствования грузоподъемных механизмов, котлов, сосудов, работающих под избыточным давлением;
- информирование персонала о приближении срока необходимых видов обслуживания оборудования;
- база данных об эксплуатируемых на дороге грузоподъемных механизмах, котлах, сосудах, работающих под давлением, лифтах, эскалаторах, мобильных платформах;
- составление графиков и планов технических диагностирований и освидетельствований объектов.

С 2016 года работает сайт службы охраны труда и промышленной безопасности. Его главная задача — информирование специалистов, занимающихся вопросами охраны труда, и всех работников железной дороги о происходящих изменениях в нормативной базе как на уровне республики, так и на уровне Белорусской железной дороги. Он содержит разъяснения органов государственного управления о порядке применения нормативных

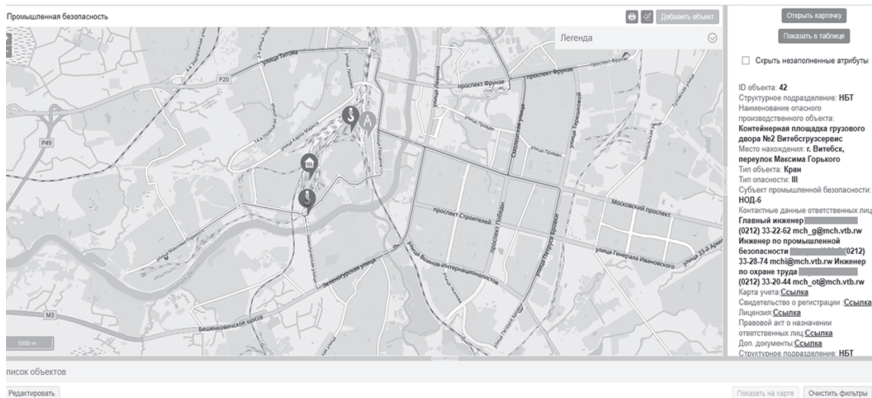


Рисунок 2 — Пример отображения информации в геоинформационной системе «Отраслевые атласы Белорусской железной дороги» по направлению «Промышленная безопасность»

документов, информационные помощники, разработанные в Управлении Белорусской железной дороги по вопросам безопасного производства работ и специфическим нормам охраны труда для работников хозяйств железной дороги (локомотивное, вагонное, пути, электроснабжения, грузовой работы и т. д.), аналитические материалы профильных надзорных органов и службы охраны труда промышленной безопасности, а также иную справочную информацию, которая может потребоваться работникам дороги по вопросам обеспечения требований безопасности трудового процесса.

Доступ на сайт доступен для использования с любой точки железнодорожной сети.

Геоинформационная система «Отраслевые атласы Белорусской железной дороги» создана как наглядная форма представления информации о различных объектах инфраструктуры (рисунок 2). Группа данных, относящихся к определенной категории, формируется в виде соответствующего слоя, наложенного на карту республики и схему железной дороги. В режиме просмотра возможно комбинирование и просмотр нескольких слоев, что обеспечивает более полное и комплексное предоставление данных.

Для службы охраны труда и промышленной безопасности разработаны слои «Промышленная безопасность», «Непроизводственный травматизм», «Здравпункты».

К примеру, слой «Промышленная безопасность» показывает географическое расположение опасных производственных объектов и содержит

основные их данные, там приведены копии свидетельств о регистрации и карт учета, специальных разрешений (лицензий) на право осуществления деятельности в области промышленной безопасности), контакты ответственных лиц.

Опыт эксплуатации IT-разработок демонстрирует их достоинства в сборе, систематизации информации, ее представлении, возможностях аналитической обработки большого массива данных. В то же время нужно учитывать на этапах постановки задач, планирования, подготовки технических заданий, что компьютерные системы редко работают обособленно. Поддержание их самих в актуальном работоспособном состоянии требует трудовых ресурсов, часто дополнительного обучения персонала. Следует избегать ситуаций неразумного дублирования существующей работы и функционирования цифровых продуктов просто как факта их наличия.

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРОВ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УНИВЕРСИТЕТА С ОРГАНИЗАЦИЯМИ — ЗАКАЗЧИКАМИ КАДРОВ НА ПРИМЕРЕ СОТРУДНИЧЕСТВА С УП «БРЕСТОБЛГАЗ»

Новосельцев В.Г., заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция», Брестский государственный технический университет

Развитие практико-ориентированной подготовки инженеров в докладе рассмотрено на примере специальности «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна», открытой в Брестском государственном техническом университете (далее — БрГТУ) в 2008 году. С 2023 года она является профилизацией специальности углубленного высшего образования «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений» с присвоением выпускникам квалификации «инженер-строитель» и степени магистра.

В 2009 году в БрГТУ для подготовки студентов по этой специальности была создана кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция» (далее — ТГВ).

Для эффективной подготовки специалистов этого профиля были определены следующие задачи: создание максимально современной учебно-лабораторной базы, налаживание контактов с организациями — заказчиками кадров, профильными организациями и производителями оборудования инженерных систем, поиск эффективных способов обучения.

В период с 2012 года по настоящее время на кафедре ТГВ создано пять уникальных современных специализированных учебных лабораторий:

«Отопление», «Вентиляция и кондиционирование воздуха», «Газоснабжение», «Теплоснабжение», «Лаборатория отопления ГЕРЦ» для практико-ориентированной подготовки инженеров и магистров.

Лаборатории содержат комплексы действующих экспериментальных лабораторных стендов с использованием современного, высокоэффективного и энергосберегающего оборудования, применяемого в системах отопления, тепло- и газоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Такие лабораторные стенды помогают будущим инженерам значительно повысить эффективность изучения лекционного материала по профильным дисциплинам, дают возможность наглядно изучить оборудование и работу систем, увидеть функционирование тех или иных устройств, автоматизацию современных систем, что способствует практикоориентированности обучения.

Кроме того, лаборатории содержат постоянно пополняемый фонд оборудования и элементов инженерных систем, как новейших модификаций, так и применявшихся ранее, отечественных и зарубежных. В настоящее время имеется в наличии около двух тысяч подобных элементов, ряд которых представлен производителями оборудования в форме, удобной для изучения (в разборном виде, в разрезе).

Только за последние 2 года лаборатории доукомплектованы более чем 280 единицами современного оборудования, из части которого создано 7 крупных лабораторных стендов. Поиск новых контактов с профильными организациями осуществляется постоянно.

Часть лабораторных стендов создана из оборудования, закупленного за счет средств республиканского бюджета, часть — за счет собственных средств университета. Значительный вклад в развитие лабораторий внесли различные организации, предприятия и фирмы, осуществляющие свою деятельность в сфере отопления, вентиляции, тепло- и газоснабжения, кондиционирования. Среди них белорусские и российские производители, а также другие европейские компании из Германии, Швеции, Дании, Австрии, Польши. Например, в 2019 году австрийская компания безвозмездно предоставила оборудование, которое легло в основу новой «Лаборатории отопления ГЕРЦ».

Однако основную поддержку оказывают белорусские и российские частные и государственные организации. Наибольший вклад в развитие специальности с 2013 года вносит производственное республиканское унитарное предприятие «Брестоблгаз» — одно из крупнейших профильных предприятий Брестской области.

В 2022 подписана Дорожная карта по сотрудничеству между УП «Брестоблгаз» и университетом, в которой нашли отражение основные пункты сотрудничества.

Большое значение для качественной подготовки кадров имеют филиалы кафедр. В 2019 году открыт учебный центр в филиале кафедры ТГВ в ПУ «Брестгаз», полностью оборудованный за счет УП «Брестоблгаз». В настоящее время в филиале проводится обучение по двум дисциплинам специализации преподавателями университета и специалистами УП «Брестоблгаз» согласно ежегодно составляемому плану, также студенты на практике знакомятся с производственными процессами и изучают особенности организации производства, осуществляются все виды практик.

Ежегодно кафедрой ТГВ проводятся обучающие мероприятия и мастер-классы с участием профильных организаций и организаций — заказчиков кадров, увеличивается доля учебных занятий на профильных предприятиях и объектах, организуются экскурсии для студентов на объекты систем ТГВ в торговых и бизнес-центрах, ледовых дворцах, заводах по производству оборудования, в современных жилых и общественных зданиях, на выставки. Непосредственное участие в организации экскурсий и трансфера зачастую осуществляет УП «Брестоблгаз».

В учебном процессе используются передовые достижения науки и техники в области профиля специальности: компьютерные программы подбора оборудования и расчета систем теплогазоснабжения и вентиляции, современные контрольно-измерительные приборы, многие из которых предоставлены профильными организациями, в том числе значительная часть из них предоставлена УП «Брестоблгаз» за счет оказания спонсорской помощи университету.

Работа с профильными организациями, в том числе по улучшению лабораторной базы, способствовала развитию учебного плана специальности путем введения новых профильных дисциплин в вузовский компонент плана. За 2020–2024 годы учебный план пополнился новыми дисциплинами по отоплению, теплоснабжению и вентиляции сельскохозяйственных объектов и индивидуального строительства; эффективной наладке систем отопления; автоматизированным тепловым пунктам; ВІМ-технологиям в проектировании.

Результатом совместной работы стало желание ряда организаций заключить договоры о сотрудничестве и стать таким образом базовыми организациями специальности. На 2025–2028 годы от 68 до 85 % выпускников специальности дневной формы обучения обеспечены рабочими местами в базовых организациях.

Кроме этого в 2024 году профильные организации активно использовали возможности целевого набора на специальность «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений»: набор на целевые места составил 50 % от контрольных цифр приема, причем базовая организация УП «Брестоблгаз» — 29 %.

Поиск различных форм повышения уровня профессиональных знаний и навыков специалистов позволил предложить конкурсы для студентов совместно с профильными организациями и организациями — заказчиками кадров. Например, с 2020 года организован ежегодный конкурс курсовых работ «Автоматизированные тепловые пункты» с базовой организацией ООО «ТеплоЭнергоСила» (г. Минск). С 2023 года УП «Брестоблгаз», Республиканским общественным объединением «Белая Русь» и кафедрой организован ежегодный конкурс дипломных проектов «ГАЗ-ТГВ-Брест». Помимо вовлечения наиболее талантливых и творчески активных студентов в поиск новых идей и решения современных задач в области инженерных систем, конкурсы позволяют базовой организации подбирать кадры для дальнейшего трудоустройства.

Важным направлением является мотивирование абитуриентов для обучения на инженерной специальности. Для увеличения эффективности профориентационных мероприятий совместно университетом и организацией — заказчиком кадров в 2022 году впервые в Брестской области открыты два профильных инженерных класса в рамках договоров о сотрудничестве между БрГТУ, УП «Брестоблгаз», Управлением по образованию администрации Ленинского и Московского районов г. Бреста, Государственными учреждениями образования «Средняя школа № 20 г. Бреста имени Героя Советского Союза Д.М. Карбышева» и «Гимназия № 2 г. Бреста». С 2023 года ежегодно составляется план проведения совместных мероприятий с учащимися инженерных классов на год, который включает ряд мероприятий, осуществляемых как университетом, так и организацией — заказчиком кадров.

Это направление имеет перспективы развития: в течение 2024 года совместные классы с УП «Брестоблгаз» открыты в трех школах в г. Кобрине, г. Пинске, г. Ивацевичи Брестской области.

УП «Брестоблгаз» и кафедра ТГВ рассматривают и другие стратегические варианты подготовки кадров. На основании приказа Министерства образования Республики Беларусь от 21.10.2024 № 463 в филиале БрГТУ «Политехнический колледж» открыта специальность 5-04-0732-07 «Монтаж и эксплуатация систем теплогасоснабжения и вентиляции», по которой будет осуществляться набор с 2025 года. Инициаторами открытия этой специальности являются кафедра ТГВ и в настоящий момент единственная для специальности базовая организация (договор 2024 года) — УП «Брестоблгаз». По окончании обучения выпускники смогут получить высшее образование в БрГТУ в заочной форме получения образования в сокращенный срок.

Таким образом, следует отметить, что комплексная работа, заключающаяся в совместном совершенствовании лабораторной базы и учебного процесса в целом, работа с учащимися инженерных классов позволяют

кафедре ТГВ и УП «Брестоблгаз» эффективно развивать практико-ориентированную подготовку будущих инженеров.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОСРЕДСТВОМ ПО «ЭКОЛОГ»

Белько Е.А., главный специалист управления по формированию научной политики в области газоснабжения и обеспечению общих видов деятельности ГПО «Белтопгаз»

Программное обеспечение «Эколог» и презентуемый блок «Отходы» созданы для автоматизации рабочего места эколога подведомственной (подчиненной) организации в полном объеме таких направлений, как: отходы, выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, спецводопользование, производственное наблюдение, обучение и объекты растительного мира, а также для автоматизации заполнения всех учетных и выводных форм экологической направленности и формирования статистической отчетности Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь: «1-отходы», «1-воздух», «1-вода».

Почему для нас так важна автоматизация рабочего места эколога? Потому что, во-первых, требуется сводить информацию по большому количеству отчетных форм и предоставлять ее далее по требованию. Во-вторых, потому что зачастую у подведомственных организаций нет отдельно выделенной штатной единицы эколога, как следствие, выявляются проблемы в своевременности обновления учетных форм и правильности их ведения.

Целями создания ПО «Эколог» являются:

1. Повышение достоверности и полноты сведений, предоставляемых подведомственными организациями.

2. Автоматизация:

- учета обращения с отходами, включая автоматизированное ведение ПОД-9, ПОД-10, журнала регистрации сопроводительных паспортов перевозки отходов и самих сопроводительных паспортов и формирование статистической отчетности «1-отходы»;

- учета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, включая автоматизированное ведение ПОД-1, ПОД-2, ПОД-3, ПОД-4 и формирование статистической отчетности «1-воздух»;

- учета добываемых, изымаемых, сбрасываемых подземных, поверхностных, сточных вод (ПОД-6, ПОД-7) и формирования статистической отчетности «1-вода»;

- производственных наблюдений, включая формирование графиков проведения ПН, отчетов о проведении ПН, актов-предписаний по результатам ПН;

- анализ заполнения справочников структурных подразделений, территориальной принадлежности, источников образования отходов и перечня образуемых отходов производства, соблюдения лимитов накопления, нормативов образования и объемов отходов производства, разрешенных к хранению и захоронению

[illegible]

Рисунок 1 — Форма «Отчет по заполняемости»

- обучения лиц, ответственных за охрану окружающей среды, включая создание типовых программ, инструктажей по охране окружающей среды и ведение журнала проведения инструктажей по охране окружающей среды;
- формирования экологического паспорта предприятия.

При создании программного обеспечения «Эколог» также был реализован дифференцированный подход к учету отходов по уровням.

Верхний уровень позволяет анализировать заполнение всех разделов блока «Отходы» в подведомственных организациях. Данный функционал представлен как экологу Объединения, так и «главным экологам» организаций, которые в своем составе имеют филиалы. На примере республиканского производственного унитарного предприятия «Гомельоблгаз» представлен анализ наполнения справочников и объем совершенных операций по образованию отходов производства для 8 производственных управлений, являющихся филиалами (рисунок 1).

Средний уровень — это непосредственный функционал программного обеспечения, который позволяет вести учет движения отходов, контролировать соблюдение лимитов накопления, нормативов образования и объемов хранения и захоронения отходов производства (рисунок 2).

Возможности данного уровня — это создание операций по образованию, поступлению, передаче, использованию и вывозу отходов производства с автоматизированным оформлением сопроводительного паспорта перевозки отходов, журнала учета сопроводительных паспортов, книг учета отходов ПОД-9 и ПОД-10, статистической отчетности Минприроды

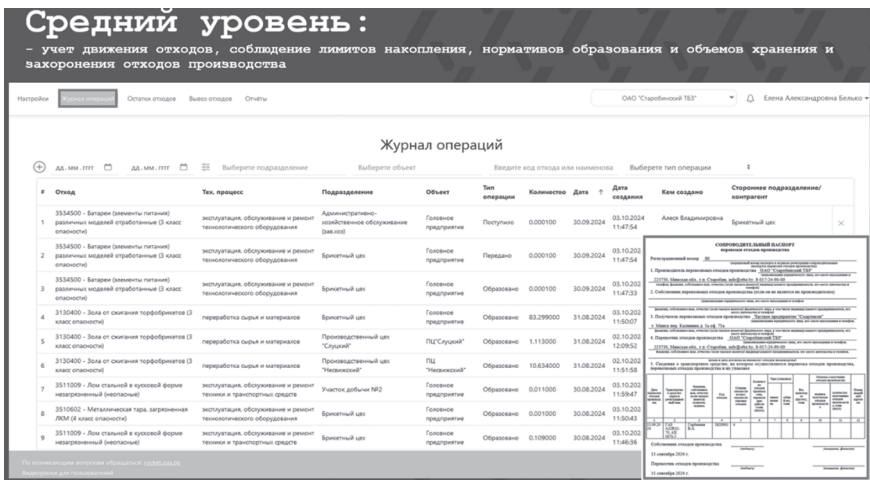


Рисунок 2 — Форма «Журнал операций»

«1-отходы». Изначально процесс создания программного обеспечения был начат именно с этого уровня, т. к. первоственной задачей для нас была организация учета отходов производства во всех организациях и структурных подразделениях системы.

Нижний уровень — это автоматизация всех бизнес-процессов образования отходов производства в зависимости от выбранной технологической операции с привязкой к единице объема выполненных работ или замененных материалов либо к диаметру газопровода или площади нарушенного покрытия посредством уже эксплуатируемых мультипрограммных комплексов «7-ЭГ» и «Мириада» и программного комплекса СУОТ (рисунок 3). В настоящее время в Объединении функционирует ряд программных комплексов для службы учета природного газа, службы реализации сжиженного газа, службы аварийно-восстановительных работ, подземных газопроводов и внутридомового газового оборудования **газоснабжающих организаций**, в результате деятельности которых образуются отходы производства, а ПК СУОТ позволит вести учет средств индивидуальной защиты и их списания с автоматическим отображением образуемых отходов (рисунок 4). Но для автоматизации всех 26 предприятий Объединения нам необходимо выполнить автоматизацию бизнес-процессов и для предприятий торфяной отрасли, и для выпускающих производств, таких как Новогрудский завод газовой аппаратуры, Белгазтехника, Завод торфяного машиностроения, и иных организаций: управляющей компании холдинга Белгазстрой, научно-исследовательского института Белгипротопгаз, пред-



Рисунок 3 — Форма реализации нижнего уровня разработки на базе МПК «7-ЭГ»



Рисунок 4 — Форма реализации нижнего уровня разработки на базе ПК СУОТ

приятия по транспортировке и обеспечению сжиженными нефтяными газами СГ-Транс и учреждения образования топливно-энергетической отрасли ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ».

Разработка ПО «Эколог» ведется с использованием гибкой методологии AGILE ввиду наличия множества подпроектов.

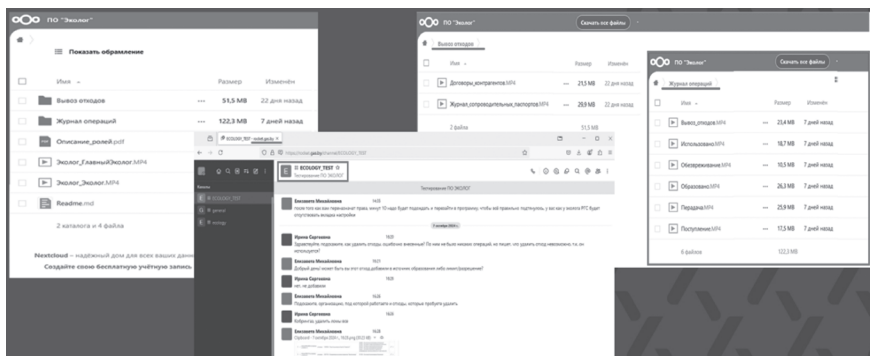


Рисунок 5 — Инструменты коммуникации

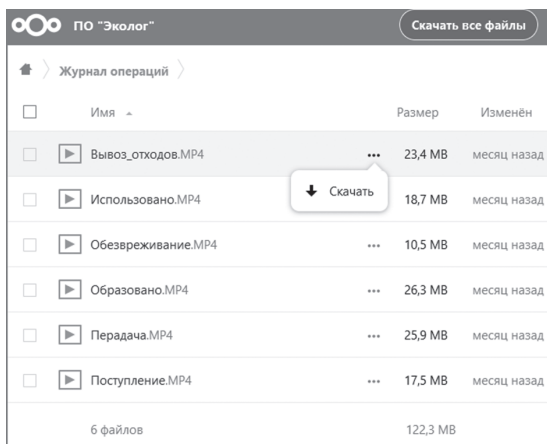


Рисунок 6 — Инструменты обучающих практик

Для непосредственного определения функциональных требований программного обеспечения приказом по Объединению создана рабочая группа из 18 специалистов.

Согласование функциональности программного обеспечения осуществляется посредством закрытого канала ECOLOGY_TEST корпоративной платформы обмена сообщениями rosnet.gas.by в режиме реального времени с общим количеством участников 106 специалистов.

В качестве базового механизма связи между членами рабочей группы на момент проведения совещаний определена чат-комната GproEcologyTest на онлайн-ресурсе peregovorka.by (рисунок 5).

Тестовая эксплуатация ПО «Эколог» началась в феврале 2024 года, и по состоянию на сегодняшний день в базу внесено 752 объекта образования отходов, на которых образуется 2 520 кодов отходов. Создано около 13 тысяч операций по образованию отходов и около 15 тысяч операций по движению отходов, из которых: 312 — передача на использование отходов, 7,8 тысячи — операции по вывозу отходов, 4,3 тысячи — поступление и 3 тысячи — передача.

Как нам удалось достичь таких результатов за столь короткий срок эксплуатации?

Мы решили пойти по пути обучения работе в программном продукте посредством коротких видео, в которых пошагово рассказываем, как необходимо заполнять каждое поле в конкретно взятой операции (рисунок 6). В итоге у нас действительно в самых отдаленных филиалах у специалистов, совмещающих обязанности по экологии с основной работой, работа в ПО не вызывает совершенно никаких сложностей.

ПОВЫШЕНИЕ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЗА СЧЕТ IT-РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА

Кабанов П.А., директор филиала «Учебный центр» РУП «Витебскэнерго»

В современных условиях развития энергетической отрасли вопросы обеспечения безопасности труда приобретают первостепенное значение. Традиционные методы обеспечения безопасности зачастую демонстрируют недостаточную эффективность, а человеческий фактор продолжает оставаться ведущей причиной несчастных случаев на производстве. В связи с этим особую актуальность приобретает внедрение современных IT-решений, способных качественно повысить уровень культуры безопасности труда.

Цифровая трансформация охраны труда реализуется через комплекс взаимосвязанных инструментов. Ключевым элементом является внедрение систем управления охраной труда (СУОТ), обеспечивающих автоматизацию процессов, контроль выполнения инструкций и эффективное управление документацией. Важную роль играют мобильные приложения, позволяющие оперативно регистрировать инциденты, проводить инструктажи и обеспечивать доступ к нормативной документации. Современные системы видеонаблюдения осуществляют непрерывный мониторинг соблюдения правил безопасности и использования средств индивидуальной защиты.

Особого внимания заслуживает внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности (VR/AR), создающих иммерсивную среду

для обучения безопасным методам работы и моделирования потенциально опасных ситуаций. Аналитика данных позволяет выявлять тренды и прогнозировать потенциальные риски, что способствует оптимизации мер безопасности.

В ГПО «Белэнерго» успешно реализован ряд инновационных IT-решений. Автоматизированная система «Охрана труда» (АСОТ) обеспечивает комплексную цифровизацию процессов управления безопасностью. Система базируется на информационно-технических ресурсах организации и доступна через портал ias.energo.net. АСОТ включает функциональные блоки аналитики, управления персоналом, контроля нарядов-допусков, проверки рабочих мест и мониторинга нарушений.

Прогрессивное web-приложение «Охота на риски», разработанное филиалом «Учебный центр» РУП «Витебскэнерго», представляет собой эффективный инструмент для выявления и устранения потенциальных рисков. Приложение обеспечивает гибкое назначение ролей, геолокацию рисков, систему уведомлений и аналитическую отчетность. Внедрение данного решения в филиале «Витебские электрические сети» демонстрирует высокую эффективность в предупреждении нештатных ситуаций.

Значительным достижением является разработка VR-тренажеров и виртуальных туров по объектам энергетики. VR-тренажер для осознания опасностей поражения электрическим током позволяет персоналу получить реалистичный опыт работы в потенциально опасных ситуациях без риска для жизни и здоровья. Виртуальные туры обеспечивают возможность детального изучения энергетических объектов, включая интерактивное обучение и проверку знаний через корпоративную систему Dohit.

Внедрение IT-решений в сфере охраны труда демонстрирует существенные преимущества: повышается эффективность управления безопасностью, снижается количество несчастных случаев и профессиональных заболеваний, улучшаются условия труда, сокращаются расходы на компенсационные выплаты и штрафы. Главным результатом становится формирование устойчивой культуры безопасности в организации.

Инвестиции в цифровизацию охраны труда требуют тщательного планирования, интеграции с существующими системами и обучения персонала. Однако практика показывает, что эти затраты полностью окупаются за счет снижения производственных рисков и повышения общей эффективности системы управления охраной труда. Дальнейшее развитие IT-решений в данной области представляется перспективным направлением совершенствования культуры безопасности в энергетическом секторе.

СЛАЙД-МЭППИНГ В СОЗДАНИИ ЗДОРОВЫХ И БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА

Чигирёва С.И., начальник отдела охраны труда открытого акционерного общества «Новогрудский завод газовой аппаратуры»

Обеспечение безопасности и защита своих работников в процессе трудовой деятельности — одна из основных задач любого работодателя. Однако меры безопасности требуют системных решений, которые выходят за пределы рядового обучения по охране труда. Помимо создания комплекса мер безопасности на производстве и развития культуры безопасности необходима постоянная оценка рисков, а также внедрение новых технологий и решений, способных усилить эффективность существующих мер и минимизировать число несчастных случаев.

Каждый сотрудник производственного предприятия нуждается в защите от различных угроз своему здоровью на рабочем месте. Подобные угрозы могут возникнуть по причине пренебрежения требованиями охраны труда, а также по случайному стечению обстоятельств, которые могут привести к несчастному случаю.

Опасные зоны — это первое, на что стоит обратить внимание при планировании мероприятий по профилактике несчастных случаев. Опасная зона — специфическая область рабочего пространства, где существует высокий риск нанесения ущерба здоровью и жизни работников. Подобные зоны существуют на любой производственной площади, вне зависимости от сферы производимых работ. Характер труда влияет лишь на размер и разновидность опасных зон.

Предотвращение травматизма является одной из приоритетных задач охраны труда. Серьезным шагом в данном направлении стало внедрение систем видеофиксации и умного видеонаблюдения. Сегодня хотелось бы уделить внимание другой, не менее действенной и важной технологии — световой демаркации.

Световая демаркация в сфере промышленной безопасности представляет собой технологию статичного светового проецирования предупреждающих знаков, разграничения территорий и обозначения опасных зон при помощи технологии слайд-мэппинга с использованием проекторов. Слайд-проектор — световой прибор с мощным светодиодным источником света и сложной оптической системой, позволяющий проецировать изображение под углом с предельной точностью визуализации проекции без искажения на реальный объект.

Световая демаркация хорошо заметна в сумеречное и темное время. Она лучше, чем маркировка привычными знаками (например, самоклеющимися). От пыли наклейки быстро становятся трудноразличимыми,



Рисунок 1 — Внутренняя световая демаркация

их могут закрыть снег, наледь, листья, стружка, проливы технологических веществ. Кроме того, нанесенные на промышленные полы и основания элементы разметки помимо загрязнения подвергаются абразивному или механическому износу. Для световой демаркации это безразлично.

Световая демаркация работает на сложном и непригодном для традиционной демаркации профиле. Свет проецирует разметку даже на ямы, канавы, котлованы, траншеи, откосы насыпей, грунт, щебень. Выделенная зона может находиться за пределами помещения, в суровых погодных условиях. Она заметна на снегу, грязи, воде, слякоти, в тумане и т. д. Проектор работает при низких температурах: до -50°C .

Световая демаркация не ослепляет пешеходов и водителей. Производство слайдов по технологии слайд-мэппинг обеспечивает 100%-ную блокировку света за пределами проекции. Места установки световых проекторов рассчитываются так, чтобы луч света не попадал в поле зрения и не вызывал ослепления.

Демаркацию опасных зон классифицируют на три разновидности: внутреннюю, наружную, активную.

Внутренняя световая демаркация (рисунок 1) отчетливо визуализируется в помещениях с минимальной освещенностью, а также в загрязненных и запыленных. В условиях низкой и средней освещенности складских и производственных помещений световая демаркация эффективнее традиционной разметки, т. к.:

- значительно контрастнее;
- не подвержена влиянию загрязнений и запыленности;
- не подвержена истиранию от воздействия движущегося транспорта.

Наружная световая демаркация (рисунок 2) опасных зон на производстве хорошо заметна в темноте и сумерках. Она не подвержена выгоранию под влиянием солнечных лучей. В темное время суток, в сумерках свето-



Рисунок 2 — Наружная световая демаркация

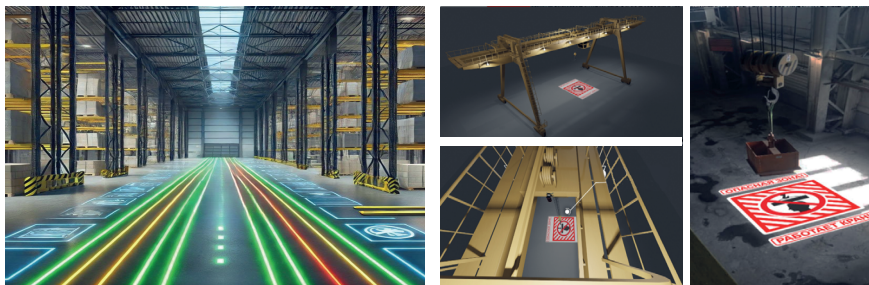


Рисунок 3 — Активная демаркация опасных зон

вая демаркация заметна издалека, при этом световой луч проектора не слепит пешеходов и водителей из-за точного расположения проектора и обеспечения безопасного угла проецирования.

Световая демаркация всегда видна поверх выпавших осадков, песка и грязи, это эффективный способ демаркации строительных площадок, канав, котлованов и траншей.

Активная демаркация опасных зон (рисунок 3) на производстве демонстрирует наступление опасной ситуации в режиме реального времени. При работе с движущимися механизмами и особо опасными объектами световая демаркация эффективно акцентирует внимание на опасности:

- при работе движущегося объекта (мобильный кран, открытие выездных ворот) включается запрещающая демаркация;
- при прекращении работы движущегося опасного объекта запрещающая демаркация отключается, включаются разрешающие знаки.

Традиционные статичные методы демаркации (краска, наклейки) временно утрачивают свое предназначение, т. к. не отражают изменяющуюся ситуацию.

Участки с постоянным влиянием факторов риска требуют того, чтобы опасная зона была ограждена и к ней было привлечено внимание сотрудников. От ее вида зависят установленные нормы обозначения опасного пространства. Для того чтобы работники обращали особое внимание на потенциально опасное пространство и избегали его, оно должно быть выделено в соответствии с действующими ГОСТами. Как уже упоминалось, характер разметки зависит от факторов, которые создают опасные условия на производстве.

Преимущества системы проецирования:

- система проецирования позволяет визуально обозначить границы охранных зон, предотвращая непреднамеренное пересечение опасных участков. Это особенно важно в условиях, когда видимость ограничена или освещение недостаточное;
 - четкое обозначение границ помогает предотвратить столкновения с кранами, падение с высоты и другие опасные ситуации;
 - световые линии помогают работникам ориентироваться в пространстве, что способствует более эффективной работе и снижению вероятности ошибок;
 - системы проецирования имеют модульную конструкцию, что упрощает их установку и обслуживание;
 - системы могут быть адаптированы под различные условия и требования производства;
 - проецирование может быть интегрировано с системами видеонаблюдения, оповещения и другими элементами безопасности;
 - внедрение системы проецирования может снизить затраты на обучение персонала и уменьшить риск возникновения несчастных случаев.
- При этом современное оборудование обладает высокой степенью надежности и долговечности.

В открытом акционерном обществе «Новогрудский завод газовой аппаратуры» с ноября 2023 года используется технология слайд-мэппинг (рисунок 4). Для световой демаркации опасной зоны под мостовым краном в цехе газовых баллонов установлен GOBO-проектор, который проецирует опасную зону вокруг перемещаемых грузов. При движении кран-балки проецируемое изображение опасной зоны движется вслед за ней. Таким образом, опасная зона всегда подсвечивается и позволяет снизить вероятность воздействия кран-балки и движущихся грузов на работников.

Важно отметить, что система проецирования не является заменой основных мер безопасности (ограждения, знаки безопасности и т. п.). Она яв-



Рисунок 4 — Световая демаркация

ляется дополнительным инструментом, который может значительно повысить уровень безопасности на производстве.

Внедрение системы проецирования световой демаркации является перспективным решением для повышения безопасности и эффективности работы на предприятии, она улучшает видимость опасности, помогает предотвратить опасные происшествия, аварии, инциденты и несчастные случаи.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ, СТРУКТУР, ПРОЦЕССОВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ОБРАЗОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ

Залесская Е.Н., кандидат физико-математических наук, доцент, декан факультета математики и информационных технологий учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М.Машерова»

Одной из основных задач факультета математики и информационных технологий ВГУ имени П.М.Машерова является проведение фундаментальных и прикладных научных исследований по широкому спектру направлений и тематик, способствующих:

- развитию передовой отечественной науки;
- обогащению образовательного процесса результатами новейших научных исследований;
- повышению научной квалификации профессорско-преподавательских кадров;

- усилению практико-ориентированной составляющей подготовки студентов по инженерным специальностям [1].

Эта задача успешно решается факультетом на протяжении многих лет благодаря всегда существовавшей глубокой интеграции образовательного процесса, научных исследований и производства.

Факультет математики и информационных технологий тесно сотрудничает со многими государственными организациями, а также ведущими IT-компаниями Республики Беларусь, резидентами Парка высоких технологий Республики Беларусь. В настоящее время заключено 20 договоров о взаимодействии учреждения образования с организацией — заказчиком кадров при подготовке специалистов, рабочих, служащих по инженерным специальностям: ООО «Фабрика инноваций и решений», ООО «Техартгрупп», ООО «ЛАЦИТ — Лаборатория цифровых технологий», ООО «ГудСофт» и др.

Партнеры университета активно участвуют в образовательном процессе факультета, в том числе оборудуют совместные IT-лаборатории. Сегодня на факультете математики и информационных технологий работают семь совместных лабораторий с ведущими IT-компаниями нашей страны:

- научно-практическая лаборатория компьютерных технологий (совместно с «ЭПАМ Системз», с 2007 года);
- Белорусско-индийский учебный центр в области ИКТ имени Раджива Ганди (совместно с ПВТ, с 2010 года);
- научно-инновационная IT-лаборатория (совместно с «Техартгрупп», с 2019 года);
- лаборатория искусственного интеллекта (совместно с «ЛАЦИТ», с 2020 года);
- лаборатория виртуальной и дополненной реальности (совместно с «Фабрика инноваций и решений», с 2020 года);
- лаборатория робототехники (совместно с «ИТС Партнер», с 2020 года);
- лаборатория Интернета вещей и киберфизических систем (совместно с «ГудСофт», с 2021 года).

На базе всех совместных лабораторий студенты выполняют курсовые и дипломные проекты по тематике организаций — заказчиков кадров, постоянно проводятся открытые лекции, мастер-классы, хакатоны, стартапы по наиболее востребованным на практике темам. Ежегодно на базе совместных лабораторий IT-компании организуют для студентов факультета бесплатные курсы по самым современным направлениям IT-отрасли. Например, в текущем учебном году IT-компания «Модсен» проводит бесплатные курсы для студентов по JavaScript.

Все научные исследования на факультете объединены одной темой «Математическое моделирование систем, структур, процессов и его при-

менение в образовании и производстве». Математическое моделирование является универсальным научным инструментом, который может быть применен к самым разным областям естествознания: от математики и информационных технологий до энергетики, а также решения инновационных производственных задач.

Научные исследования на факультете проводятся в рамках двух направлений: фундаментального и прикладного. Исследования в 2021–2025 годах проводятся в рамках ГПНИ, грантов БРФФИ, грантов Министерства образования, договоров и др.

Фундаментальные научные исследования проводятся по различным областям математики и физики: теория конечных групп, теория дифференциальных уравнений, новые материалы и технологии материалов и др.

Прикладные научные исследования выполняются по следующим основным направлениям:

1. Разработка программного обеспечения с применением искусственного интеллекта.
2. Разработка программного обеспечения с применением технологий виртуальной и дополненной реальности.
3. Компьютерное моделирование систем, структур, процессов.
4. Разработка умных устройств.
5. Разработка и исследование методов, моделей и алгоритмов вычислительной математики на основе объектно-ориентированной парадигмы программирования и др.

Студенты совместно с преподавателями разрабатывают:

- информационно-аналитические системы (в том числе и построенные на базе алгоритмов, методов и математических моделей, специально адаптированных или разработанных под требования заказчика). Примером является АИС «Выборы», предназначенная для автоматизации документооборота в Первомайском исполнительном комитете г. Витебска в процессе проведения выборов. Эта информационная система позволяет проводить сбор и анализ информации, поступающей из избирательных участков;
- веб-ресурсы (в том числе с проведением исследований потенциальной аудитории ресурса, анализа потенциального пользователя и адаптации пользовательского интерфейса под его потребности, поисковой оптимизации и исследований по повышению рейтинга ресурса). Примером является сайт ВГУ имени П.М.Машерова;
- программы-тренажеры. Примером является программа-тренажер, позволяющая отрабатывать навыки стрельбы из противотанкового ракетного комплекса. Программа разработана по заказу военной кафедры и используется в образовательном процессе для предварительного обучения студентов

перед реальными стрельбами на полигоне, что позволяет экономить дорогостоящие материальные ресурсы;

- трехмерные модели. В настоящее время актуальной задачей является трехмерная визуализация различных интерьеров, которая позволяет организовать виртуальную и интуитивную навигацию по незнакомому зданию. Разработана виртуальная экскурсия по главному корпусу ВГУ имени П.М.Машерова. Ознакомиться можно на сайте ВГУ имени П.М.Машерова.

Некоторые проекты выполняются в рамках хоздоговоров. Примером является проект «Разработка нейросетевой экспертной системы для использования при постановке диагноза (на примере онкологических заболеваний шейки матки)», который выполняется согласно договору с Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Псковский государственный университет». Результатом работы является рекомендательная система, основанная на искусственных нейронных сетях, качественной оценке наличия раковой патологии в тканях шейки матки с использованием цифровых изображений гистологических образцов.

Таким образом, в ВГУ имени П.М.Машерова осуществляется разработка программного обеспечения различной направленности как для структурных подразделений университета, так и для различных организаций Республики Беларусь и Российской Федерации.

Учитывая тревожную тенденцию старения научных кадров высшей квалификации, необходимо активизировать процесс воспроизводства научных кадров. Тема «Математическое моделирование систем, структур, процессов и его применение в образовании и производстве» позволяет привлекать молодежь к научным исследованиям начиная со студенческой скамьи: выполнение курсовых и дипломных работ, которые продолжают в магистерских и кандидатских диссертациях. Кроме того, магистранты и аспиранты, выполняющие свои научные работы на кафедрах факультета, являются исполнителями заданий ГПНИ и грантов БРФФИ.

Более того, для учащихся школ и гимназий начиная со 2 класса на факультете успешно функционирует образовательный IT-центр «МИР будущего» (Математика, информатика и робототехника будущего), в котором с помощью опытных преподавателей университета учащиеся учреждений общего среднего образования имеют возможность раскрыть интересы и склонности к изучению информационных технологий, математики, физики, астрономии и робототехники.

Глава государства А.Г.Лукашенко постоянно акцентирует внимание на необходимости практической направленности научных исследований и усилении практической подготовки специалистов, повышении уровня

овладения ими современными технологиями и оборудованием. Поэтому одним из главных критериев оценки эффективности вузовской науки становится создание условий для формирования профессиональных навыков студентов в сфере наукоемких технологий производства, обслуживания и управления. Теория математического моделирования тесно связана с производством, что позволяет усилить практическую подготовку студентов, обучающихся на инженерных специальностях, и объединить научные исследования профессорско-преподавательского состава, молодых ученых, студентов для совершенствования и укрепления научного потенциала нашей страны, а также для тесной интеграции научных исследований и производства.

Список использованных источников

Залесская, Е. Н. Развитие теории математического моделирования как приоритетного направления научных исследований на математическом факультете ВГУ имени П. М. Машерова / Е. Н. Залесская, А. А. Чиркина // Наука — образованию, производству, экономике : материалы XXI(68) Регион. науч.-практ. конференции преподавателей, науч. сотрудников и аспирантов, Витебск, 11—12 февраля 2016 г. : в 2 т. — Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2016. — Т. 1. — С. 8-10.

ГрГУ ИМ. Я. КУПАЛЫ И УП «ГРОДНООБЛГАЗ»: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Волик А.Р., заведующий кафедрой архитектуры и строительства
Гродненского государственного университета имени Янки Купалы

В развитии высшего образования массовизация и глобализация остаются ведущими мировыми тенденциями, что обусловлено кардинальными изменениями в технике и технологиях производства, сменой технологических укладов, широкой информатизацией всех процессов, развитием экономики, основанной на знаниях. Непосредственно процесс перехода к экономике знаний сформировал потребность в специалистах с более высоким уровнем образования [1].

Современные глобальные экономические и социальные изменения ставят перед Республикой Беларусь новые задачи, среди которых повышение национальной конкурентоспособности, придание большей устойчивости государству в условиях экономических и социальных трансформаций. Эти задачи не могут быть решены без новых технологий и новых знаний, без создания инновационной экономики, важнейшим институтом развития которой является система образования.

Таблица 1 — Распределение ответов на вопрос «Оцените, пожалуйста, уровень подготовки выпускников по следующим параметрам (где 5 — исключительно высокий уровень, 4 — высокий уровень, 3 — стандартный уровень, 2 — уровень ниже стандартного, 1 — низкий уровень)» за 2020–2024 гг. [2]

Параметры	2020	2021	2022	2023	2024
Уровень практической подготовки, умение применять знания на практике	3,94	3,89	3,81	4,20	4,39
Уровень теоретической подготовки по специальности	4,1	4,25	4,18	3,91	4,18

Обществу нужны образованные, нравственные, предприимчивые и компетентные личности, способные самостоятельно принимать ответственные решения в ситуации выбора, прогнозируя их возможные последствия, умеющие выбирать способы сотрудничества. Они должны отличаться мобильностью, динамизмом, конструктивностью, обладать развитым чувством ответственности за свою судьбу и судьбу страны. Работодателям нужны специалисты, ориентированные на завтрашний день, обладающие коммуникативными и лидерскими качествами.

Тема взаимодействия работодателей и вузов является одной из актуальных тем в вопросах подготовки кадров в современном обществе.

Если раньше работодатели появлялись в учебных заведениях только на последних курсах (принимали на производственную практику или участвовали в ГЭК по защите дипломных проектов, а чаще — всего лишь при распределении), то в настоящий момент уже существуют новые модели отношений высшей школы с заказчиками кадров.

В современных условиях на первый план выходят интересы работодателя как потребителя вузовского «продукта», которым являются выпускники. Работодатели все активнее взаимодействуют с учебными заведениями, участвуя как в формировании заказа на подготовку специалистов нужного им профиля и квалификации, так и в оценке качества содержания и подготовки выпускников.

В Гродненском государственном университете имени Янки Купалы для изучения уровня удовлетворенности нанимателей качеством подготовки молодых специалистов в соответствии с требованиями СТБ ISO 9001 проводятся опросы «Оценка удовлетворенности молодых специалистов», «Оценка удовлетворенности нанимателей» и др. Наниматели в 2024 г. оценили уровень практической подготовки в 4,39 балла, уровень теоретической подготовки — в 4,18 (таблица 1).

Анализ результатов опросов показал рост уровня практической подготовки благодаря мероприятиям, проведенным в ГрГУ им. Янки Купалы. Так, в университете была принята Концепция практико-ориентированного

образования и созданы условия для организации, формирования и развития практико-ориентированной образовательной среды, обеспечивающей интеграцию учреждения образования с производством, когда на основе договорных отношений и в результате погружения студентов в производственный процесс университет способствует трудоустройству выпускников, а организации — заказчики кадров получают компетентных специалистов, готовых включиться в профессиональную деятельность с минимальным периодом адаптации. В университете постоянно развивается система взаимодействия с организациями — заказчиками кадров. Во-первых, данная система на протяжении многих лет складывалась в процессе организации производственных и преддипломных практик. Во-вторых, на всех факультетах сегодня созданы филиалы кафедр. В-третьих, имеются отдельные примеры выполнения научно-исследовательских работ по заказу организаций — заказчиков кадров, в том числе и в рамках научно-исследовательской работы студентов.

И ярким примером является взаимодействие инженерного факультета и УП «Гроднооблгаз». Сотрудничество ГрГУ им. Янки Купалы и УП «Гроднооблгаз» берет свое начало с открытия специальности «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» на инженерно-строительном факультете в 2017 г.

На современном этапе взаимодействия ГрГУ им. Янки Купалы с УП «Гроднооблгаз» следует отметить основные приоритеты:

- обмен опытом, научно-технической информацией;
- использование производственных баз, технических классов и полигонов УП «Гроднооблгаз» для проведения учебных занятий для студентов ГрГУ им. Янки Купалы на безвозмездной основе;
- содействие в развитии материально-технического обеспечения учебного процесса инженерного факультета ГрГУ им. Янки Купалы;
- посещение студентами и преподавателями ГрГУ им. Янки Купалы объектов УП «Гроднооблгаз»;
- проведение совместных семинаров и конференций.

В 2024 г. руководителями сторон подписана Дорожная карта по сотрудничеству. С подписанием Дорожной карты в развитии и взаимовыгодном сотрудничестве сторон озаменована новая ступень. На современном этапе сотрудничество ГрГУ им. Янки Купалы с УП «Гроднооблгаз» заключается в следующем:

- **проведение профориентационной работы.** Сотрудники УП «Гроднооблгаз» ежегодно принимают участие в организованных Купаловским университетом Днях открытых дверей. В ходе мероприятия будущие абитуриенты и их родители не только узнают об особенностях вступительной кампании, планах набора, специальностях факультета, но и знакомятся с предприятиями, возможным трудоустройством, что помогает определиться с выбором будущей профессии и выбором своего дальнейшего пути;

• **участие в учебном процессе:** традиционно студенты проходят практику, начиная с ознакомительной, которая становится первым шагом навстречу выбранной специальности и включает в себя экскурсии, где студенты знакомятся с историей развития предприятия, организацией производства, современным оборудованием, контрольно-диспетчерским пунктом и др. УП «Гроднооблгаз» ежегодно принимает студентов специальности «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» на производственные практики — технологическую, организационно-технологическую, преддипломную, после которых в данную организацию студенты и распределяются. В рамках производственных практик в 2023–2024 гг. были организованы студенческие строительные отряды в рамках производственных практик для студентов 4-го курса специальности «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна», которые дали студентам возможность получить профессиональный опыт, погрузиться в производственную среду, а предприятию — заметить ценные кадры;

• **проведение учебных занятий** на учебно-тренировочном полигоне, что позволяет ознакомиться с инженерной средой, оборудованием, реальной организацией производственных процессов на газоснабжающем предприятии, пообщаться с представителями разных профессий в рабочей обстановке, задать интересующие вопросы, что в свою очередь способствует выбору старшекурсниками будущего места работы;

• **согласование учебной документации.** Например, учебную программу по дисциплине «Газоснабжение» рецензировал начальник производственно-технического управления УП «Гроднооблгаз» П.В. Кулак;

• **научные исследования.** В условиях инновационного развития производства новое качество приобретают связи между учреждениями образования и производственными предприятиями для преодоления возникающих вопросов, направленных на обеспечение высокого уровня работ и услуг. Таким образом, важнейшей задачей становится выработка теоретических основ и практических решений по совершенствованию процессов, обеспечивающих эффективное взаимодействие субъектов образования и энергетики. В 2022–2024 гг. были проведены совместные совещания специалистов УП «Гроднооблгаз» и работников инженерного факультета и факультета экономики и управления ГрГУ им. Янки Купалы, на которых определены направления по дальнейшему взаимодействию. Совместные исследования могут стимулировать у студентов интерес к науке и инновациям.

По результатам взаимодействия специалисты УП «Гроднооблгаз» в 2024 г. пригласили студентов группы СДП-ТВОВБ-201 посетить Белорусский энергетический и экологический форум «ENERGY EXPO» и Международную специализированную выставку «Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро», где студенты ознакомились с автоматизированными

системами и интеллектуальными сетями электроснабжения; возобновляемыми и альтернативными энергосистемами, вторичным использованием энергии; энергосберегающим отоплением; приборами учета тепла, воды и газа, АСУ и оборудованием для регулирования и т. д.

В перспективе такое сотрудничество может привести к повышению качества образования, укреплению связи между учреждением образования и организацией — заказчиком кадров. Для УП «Гроднооблгаз» такая интеграция призвана решать главную задачу — обеспечение предприятия и отрасли газоснабжения высококвалифицированными кадрами, именно в том количестве и качестве, которое необходимо реальному сектору экономики.

Список использованных источников

1. О Концепции развития системы образования Республики Беларусь до 2030 года [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 30 ноября 2021 г., № 683 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — Режим доступа: <https://edu.gov.by/kontseptsiya-do-2030-goda>. — Дата доступа: 11.11.2024.

2. Отчет по результатам исследований «Оценка удовлетворенности молодых специалистов», «Оценка удовлетворенности нанимателей». — Гродно, ГрГУ им. Янки Купалы, 2024. — 71 с.

3. Петрова, И. В. Формирование профессиональных компетенций у студентов вузов в ходе практико-ориентированного обучения: на примере строительных специальностей : диссертация кандидата педагогических наук : 13.00.08 / И. В. Петрова. — Ульяновск, 2010. — 255 с.

ТИПИЧНЫЕ НАРУШЕНИЯ, ВЫЯВЛЯЕМЫЕ ГОСПРОМНАДЗОРОМ В ХОДЕ ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО (ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО, ПОВЕРОЧНОГО) ХАРАКТЕРА В ОТНОШЕНИИ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ

Григорович А.В., главный государственный инспектор отдела надзора Витебского областного управления Госпромнадзора

Витебское республиканское унитарное предприятие электроэнергетики «Витебскэнерго» и производственное республиканское унитарное предприятие «Витебскоблгаз» являются одними из крупнейших предприятий

Витебщины, осуществляющими эксплуатацию 20 опасных производственных объектов, на которых эксплуатируются объекты газораспределительной системы и газопотребления, и более 3 200 потенциально опасных объектов газораспределительной системы и газопотребления, что составляет соответственно 28 и 30 % от общего количества объектов, зарегистрированных в Витебском областном управлении Госпромнадзора.

Состояние промышленной безопасности на объектах данных предприятий находится на высоком уровне. Для организации и осуществления производственного контроля созданы службы промышленной безопасности, в состав которых входят высококвалифицированные специалисты, разработаны положения об организации и осуществлении производственного контроля в области промышленной безопасности, нормативные документы по организации безопасного проведения работ при эксплуатации объектов, планы технической модернизации объектов, своевременно проводится техническое диагностирование и замена оборудования, отработавшего нормативный срок службы. Имеются в наличии действующие лицензии в области промышленной безопасности на составляющие работы и (или) услуги, а также разрешения Госпромнадзора на выполнение отдельных видов работ при осуществлении деятельности в области промышленной безопасности. К выполнению работ на опасных производственных объектах и потенциально опасных объектах допущены работники, удовлетворяющие соответствующим квалификационным требованиям, прошедшие проверку знаний по вопросам промышленной безопасности.

Вместе с тем при проведении Госпромнадзором мероприятий технического (технологического, поверочного) характера по обследованию потенциально опасных объектов газораспределительной системы и газопотребления на соответствие требованиям законодательства в области промышленной безопасности выявляются нарушения.

Наиболее типичные из них:

- несвоевременно актуализируются приказы о назначении лиц, ответственных за безопасную эксплуатацию¹;
- не внесены изменения в документы, связанные с регистрацией потенциально опасных объектов, из-за замены оборудования²;
- эксплуатационная документация не соответствует требованиям Правил по обеспечению промышленной безопасности в области газоснабжения,

¹ Из-за большого числа работников, обеспечивающих промышленную безопасность на местах, и наличия текучести кадров не всегда в приказах указаны действующие работники.

² Согласно пункту 9 Положения о порядке регистрации потенциально опасных объектов, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 05.08.2016 № 613, субъект обязан в месячный срок обратиться в регистрирующий орган для внесения изменений после его реконструкции, модернизации.

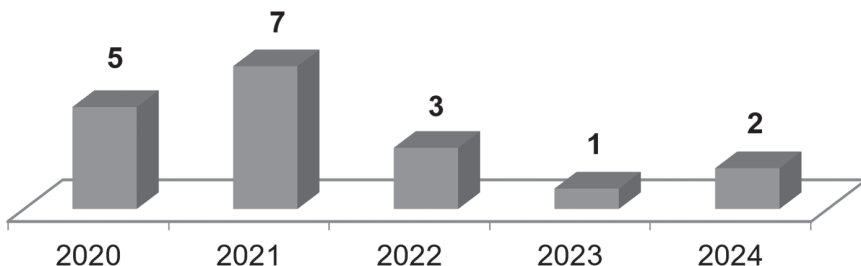


Рисунок 1 — Инциденты на объектах газораспределительной системы и газопотребления в области промышленной безопасности за 2020–2024 годы

утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 5 декабря 2022 г. № 66 (далее — Правила)³;

- в эксплуатационные паспорта не вносятся выполненные работы⁴;
- при подготовке оборудования к консервации или выводу из эксплуатации данное оборудование отключается от системы газоснабжения без установки заглушки.

***Справочно.** До начала работ, связанных с разборкой газовой арматуры, присоединением или ремонтом внутренних газопроводов, работой внутри котлов, а также при выводе котлов в консервацию и ремонт отключающие устройства, установленные на ответвлениях газопровода к котлу и на газопроводе к защитно-запальному устройству горелок, должны быть закрыты с установкой заглушек. Правилами установлены требования и к самим заглушкам. Межфланцевые заглушки должны изготавливаться из материала, аналогичного или не уступающего прочностным характеристикам материала труб газопровода, выдерживать максимальное давление газа в газопроводе и не допускать протечек газа. Заглушки должны иметь хвостовики (рукоятки), выступающие за пределы фланцев. Марка стали, условный диаметр и максимальное давление газа выбиваются на хвостовике заглушек.*

За последние пять лет на объектах газораспределительной системы и газопотребления аварий в области промышленной безопасности не допущено, произошло 18 инцидентов, из которых 2 в Витебской области (рисунок 1).

³ Со вступлением в силу новых Правил изменились формы эксплуатационной документации, которые изложены в приложениях к данным Правилам.

⁴ Согласно требованиям Правил, в эксплуатационный паспорт вносятся сведения о реконструкции, технической модернизации, консервации, техническом обслуживании, проведенных ремонтах, врезках и присоединениях газопроводов, замене оборудования, авариях (инцидентах). Имеются случаи, когда все работы выполнены согласно графику, выписаны наряды-допуски на проведение работ, а записи в эксплуатационном паспорте отсутствуют.

Основные причины возникновения инцидентов:

- производство земляных работ в охранных зонах газопроводов без получения разрешения на право производства данных работ либо производство работ без вызова представителя газоснабжающей организации;
- применение на объектах газораспределительной системы и газопотребления некачественных технических устройств и материалов.

Потенциально опасные объекты газораспределительной системы и газопотребления и эксплуатируемые на них технические устройства должны иметь следующие разрешительные документы:

- объекты оборудования, работающего под избыточным давлением, — сертификат или декларацию технического регламента Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (ТР ТС 032/2013), принятого решением Совета Евразийской экономической комиссии 2 июля 2013 г. № 41;
- объекты газопотребления — сертификат либо декларацию технического регламента Таможенного союза «О безопасности аппаратов, работающих на газообразном топливе» (ТР ТС 016/2011), утвержденного решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 875;
- трубопроводная арматура — декларацию технического регламента Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования» (ТР ТС 010/2011), утвержденного решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 г. № 823.

Если оборудование не входит в область распространения указанных регламентов Таможенного союза, но оно указано в Перечне потенциально опасных объектов и эксплуатируемых на них технических устройств, подлежащих экспертизе промышленной безопасности, утвержденном постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 5 августа 2016 г. № 614, организация-изготовитель данного устройства должна иметь разрешение (свидетельство) на право изготовления конкретных моделей (типов) потенциально опасных объектов газораспределительной системы и газопотребления и эксплуатируемых на них технических устройств, выданное в соответствии с законодательством об административных процедурах.

Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (ТР ТС 032/2013), принятый решением Совета Евразийской экономической комиссии от 2 июля 2013 г. № 41, не распространяется на сети газораспределения.

Справочно. При наличии у стальной трубы декларации технического регламента Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» ее можно использовать только для монтажа данного оборудования. Для того чтобы использовать данную трубу для монтажа газопровода, организация-изготовитель должна

получить разрешение (свидетельство) на право изготовления конкретной модели (типа).

Список использованных источников

1. Перечень потенциально опасных объектов и эксплуатируемых на них технических устройств, подлежащих экспертизе промышленной безопасности, утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 5 августа 2016 г. № 614.
2. Положение о порядке регистрации потенциально опасных объектов, утвержденное постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 5 августа 2016 г. № 613.
3. Правила по обеспечению промышленной безопасности в области газоснабжения, утвержденные постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 5 декабря 2022 г. № 66.
4. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (ТР ТС 032/2013), принятый решением Совета Евразийской экономической комиссии 2 июля 2013 г. №41.
5. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности аппаратов, работающих на газообразном топливе» (ТР ТС 016/2011), утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 875.
6. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования» (ТР ТС 010/2011), утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 г. № 823.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЕЙ MONTRANS DVR

Кошелева В.А., ведущий специалист СПБиОТ УП «МИНСКОБЛГАЗ»

Согласно международной статистике, более 90 % дорожно-транспортных происшествий (далее — ДТП) происходят по вине человеческого фактора. Для решения данной проблем мы представляем систему мониторинга состояния водителей Montrans DVR.

Система мониторинга состояния водителей Montrans DVR (далее — Система) предназначена для установки на транспортных средствах различного назначения и служит для мониторинга состояния водителей за рулем путем непрерывного слежения за набором ориентиров на лице, подавая звуковое уведомление в случае обнаружения опасных ситуаций, связанных с водителем и (или) с транспортным средством (далее — ТС).

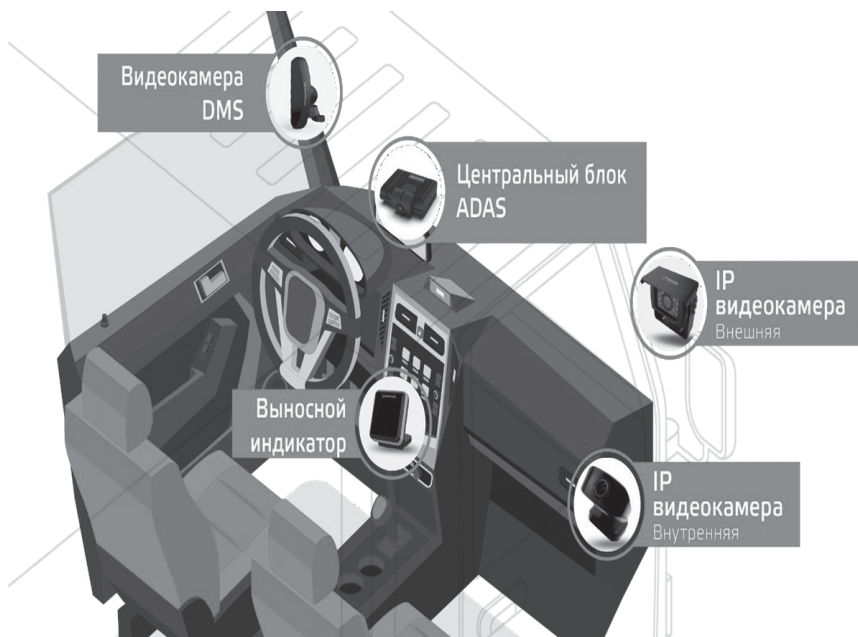


Рисунок 1 — Расположение компонентов системы мониторинга состояния водителей Montrans DVR

Основные задачи системы:

- снизить количество ДТП и риски возникновения ДТП;
- повысить дисциплину вождения;
- снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт ТС, в том числе затраты на расход топлива, за счет повышения качества вождения, что напрямую влияет на повышение экономической эффективности автопарка;
- своевременно оповестить водителя и диспетчера об опасных ситуациях;
- сформировать доказательную базу (фото- и видеоматериалов) об опасных ситуациях, связанных с автомобилем, с состоянием водителя за рулем.

Система состоит из нескольких компонентов (рисунок 1, таблица 1):

- система помощи водителю (центральный блок ADAS);
- мониторинг состояния водителя (видеокамера DMS и IP-видеокамеры);
- дисплей водителя (выносной индикатор).

Таблица 1 — Основные функции компонентов системы мониторинга состояния водителей Montrans DVR

Основные компоненты Системы	Функции основных компонентов Системы
	Система мониторинга состояния водителей (видеокамера DMS) распознает и фиксирует: отвлечение от дороги, разговор по телефону, курение, усталость, отсутствие ремня безопасности, препятствие работе системы и др.
	Система помощи водителю (центральный блок ADAS) контролирует ситуацию на дороге: контролирует скоростной режим, съезды с полос движения, сближение с объектами впереди ТС, предупреждает о пешеходах на дороге. Все зафиксированные данные система направляет в режиме видеостриминга на сервер, в том числе позволяет в режиме реального времени посмотреть все, что происходит в текущий момент на дороге, в кабине, вокруг ТС и т. д.
	Дисплей водителя (выносной индикатор) направляет водителю и диспетчеру звуковое уведомление о зафиксированных нарушениях, автоматически минимизируя возникновение риска ДТП

Все нарушения, зафиксированные Системой, направляются на сервер, формируется статистика, в том числе присваивается рейтинг водителю. Параллельно направляется уведомление диспетчеру об опасных ситуациях.

Преимущества видеосервиса Montrans Video:

- просмотр видеопотока со всех камер в реальном времени, в режиме видеостриминга;
- удаленный просмотр и скачивание видео из архива (без доступа к ТС);
- интеграция с Telegram-каналами, в которые поступает оперативная информация об опасных событиях;
- возможность формирования статистической отчетности.

Для мониторинга функционирования Системы проведена комплексная апробация, в рамках которой в течение месяца проводилась подконтрольная эксплуатация программно-аппаратных комплексов данной Системы, фиксировались различного рода искусственно созданные нарушения по настроенным показателям.

В таблице 2 указаны условия настройки следующих показателей: курение, усталость, отвлечение, разговор по телефону, отсутствие водителя, отсутствие ремня безопасности. По каждому из показателей выставлена скорость выявления события и время реакции Системы.

Таблица 2 — Условия настройки показателей Системы

№	Наименование показателя	Скорость выявления события	Время реакции
1	Курение	от 10 км/ч	2 сек
2	Усталость водителя	от 10 км/ч	2 сек
3	Отвлечение водителя	от 10 км/ч	4 сек
4	Разговор по телефону	от 10 км/ч	4 сек
5	Отсутствие водителя	от 10 км/ч	4 сек
6	Отсутствие ремня безопасности	от 10 км/ч	10 сек

В период проведения апробации Система в автоматическом режиме анализировала состояние водителя, уведомляла его об идентификации нарушений с помощью голосовых уведомлений, направляла видео на сервер.

За небольшой период апробации были зафиксированы все типы контролируемых показателей, данные нарушения были направлены на сервер, сформирована статистика по выявленным нарушениям, по количеству нарушений, выявленных на транспортном средстве, сформирована статистика по месяцам и дням недели.

Результаты апробации системы оценки состояния водителей подтверждают эффективность предлагаемого решения в части предупреждения водителя об опасных ситуациях, повышения дисциплины вождения, снижения ДТП, возникновения рисков ДТП и формирования доказательной базы о нарушениях и тревожных ситуациях. Главным определяющим фактором внедрения на автотранспорт данной системы является транспортная безопасность на дорогах нашей страны, а также сохранение человеческих жизней.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ. ОСОЗНАННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТНИКА — ПРИОРИТЕТ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Щедров О.Л., начальник СНОТ РУП «Витебскэнерго»

Главной причиной несчастных случаев на рабочем месте являются, как правило, небезопасные действия самого работника. В основе большинства ошибок лежат психологические мотивы поведения человека, его стереотипы, установки и отношение. Поэтому одной из важных задач предприятия является формирование осознанной безопасности как инструмента, кото-

рый работает с человеческим фактором, переводя большинство рисков в категорию «осознаваемые».

Осознанная безопасность позволяет выявлять стереотипы отношения к своей и чужой безопасности, определять установки и привычки по отношению к выполняемой деятельности. Часто итогом такой работы становится осознание, что наши привычки определяют наши результаты, и это дает возможность изменять свои стереотипы поведения во благо ценности поддержания безопасности. Важно не просто говорить о технике безопасности, нужно создавать культуру сознательной и естественной безопасности, менять отношение к опасным формам деятельности не за счет усиления контроля и штрафных санкций, а за счет осознанного и равнодушного отношения работников к безопасному поведению и к технике безопасности.

Начиная с 2019 года в филиале «Учебный центр» разработана система коррекционно-профилактической работы с группами лиц, допустившими нарушения требований охраны труда, подпадающие под действие о талонной системе контроля ОТ, в частности два учебных курса:

- для специалистов/руководителей — «Психологические аспекты осознанной безопасности. Формирование управленческих навыков мотивации персонала на приоритет безопасности»;
- для рабочих — «Психологические аспекты осознанной безопасности. Формирование личностно-мотивационных установок на приоритет безопасности».

Основными задачами обучающих программ являются:

- повышение информированности персонала по вопросам культуры безопасности;
- рассмотрение психологических аспектов осознанной безопасности;
- расширение психологической компетентности в управленческой деятельности;
- формирование личностно-мотивационных установок;
- формирование практических навыков развития стрессоустойчивости персонала.

Занятия проводятся психологом филиала «Учебный центр» в кабинете психофизиологического обеспечения. Численность групп составляет от 5 до 15 человек, время занятий — 8 академических часов. Большую часть времени занимают практические занятия в форме тренингов, игр и упражнений с использованием современных технических средств. Участники группы располагаются в креслах по кругу и имеют возможность поддерживать непосредственный зрительный контакт друг с другом и с преподавателем. Данная форма взаимодействия, спокойная обстановка, вовлечение работников в практические формы работы позволяют быстрее создать атмосферу открытости, безопасности и доверия.

Обучение включает три основных блока:

1. Психологические аспекты осознанной безопасности;
2. Мотивация к безопасному труду;
3. Профилактика профессионального стресса.

I блок.

Психологические аспекты осознанной безопасности

Начинается курс с рассмотрения следующих понятий:

- «Культура безопасности» — основные характеристики и компоненты;
- «Осознанная безопасность» как элемент корпоративной культуры, который включает осознанное **видение** — понимание того, что мешает видеть опасность и риски; осознанное **отношение** — умение признать свои внутренние преграды для безопасного поведения; осознанное **действие** — готовность к изменению стереотипного поведения в безопасности; осознанная **ответственность** — позиция лидера в безопасности; осознанное **вовлечение** — разнообразие методов самомотивации и мотивации персонала;
- знакомство с основными причинами травматизма, ошибками персонала, которые могут привести к несчастному случаю.

Теоретический материал сопровождается видеорядом о значении и уровнях культуры безопасности, психологическими тестами и упражнениями.

Такая работа дает возможность заглянуть в себя каждому участнику группы, осознать влияние стереотипов и установок на свое отношение к безопасности, дает выбор более осознанного подхода к вопросам безопасности на производстве.

Объем информации, наработанный в ходе выполнения участниками групп одного из упражнений (по анализу понимания предпосылок, лежащих в основе нарушения требований по охране труда), позволил субъективно систематизировать наиболее частые **психологические** причины нарушений:

1. Осознанное нарушение персоналом требований охраны труда по причинам:

- экономии времени;
- экономии физических и психических сил;
- невнимательности, торопливости, импульсивности как свойств личности;
- непонимания целесообразности предписанных требований охраны труда и, как следствие, нежелания их выполнять;
- несформированности осознанного отношения к вопросам безопасности (небрежности в исполнении должностных обязанностей);
- формального отношения к ведению необходимой документации, к выполнению видеосъемки при проведении инструктажей, к выдаче нарядов-допусков.

2. Нарушения косвенного характера, связанные с:

- невнимательным исполнением подчиненным персоналом должностных обязанностей;
- необходимостью, со стороны руководства, нести ответственность за принятые решения, выполненные действия или бездействие подчиненного персонала/коллег;
- необходимость вести и содержать в порядке большое количество учетно-отчетной документации.

В конце проведения первого блока со слушателями анонимно проводится опрос по изученному материалу. На вопрос «Считаете ли Вы себя ответственными за совершённое нарушение требований охраны труда?» приблизительно в 80 % случаев слушатели отвечают положительно, отмечают рост понимания личной ответственности и личной заинтересованности в вопросах безопасности, отмечают понимание возможности выбора каждого действия в ходе выполнения трудовой деятельности.

Блок «Психологические аспекты осознанной безопасности» показал важность осознания работниками своего отношения к вопросам безопасности, актуальность рассмотрения темы стереотипного отношения, необходимость дальнейшей работы по формированию осознанности в вопросах безопасности на производстве.

II блок.

Мотивация к безопасному труду

Основной особенностью занятий в этом блоке является то, что в группах специалистов/руководителей делается акцент на расширение психологической компетентности в управленческой деятельности, на знакомство с принципами мотивации персонала. Рассматриваются составляющие психологической компетентности (например, психологические знания, коммуникативные и воспитательные способности), виды мотивации, методы нематериального стимулирования работников.

В группах рабочих акцент делается на рассмотрение потребностей и мотивов, определяющих мотивацию человека, на исследование и осмысление личностных установок каждым участником группы.

Основная идея работы психолога в группах рабочих — это акцентирование внимания на личной безопасности, на ценности собственной жизни и здоровья. Работа осуществляется через:

- проведение психологических тестов, определяющих основные жизненные ценности, направленность мотивации;
- просмотр видеофильмов о ценности человеческой жизни, о точке невозврата;
- выполнение практических упражнений на осмысление своей мотивации.

Важно отметить актуальность изучения вопросов мотивации. Многие слушатели после выполнения заданий отмечали рост понимания собственных мотивов поведения, важность психологических знаний для дальнейшей работы с коллективом.

III блок.

Профилактика профессионального стресса

Стресс как состояние психического напряжения часто проявляется в жизни человека, чья деятельность связана с опасностью, с высоким уровнем ответственности.

В третьей части программы слушатели рассматривают понятие «стресс», его виды (эмоциональный и информационный), знакомятся с методами поддержания и развития своей стрессоустойчивости.

В работе используются видеофильмы о видах и формах проявления стресса, психологические тесты на определение своей стрессоустойчивости, практические упражнения на саморегуляцию через дыхательные упражнения, медитативные техники гармонизации внутреннего состояния.

Эта работа вызывает живой интерес как у рабочего персонала, так и среди специалистов/работников. Вероятно, это связано с наличием высокого уровня эмоциональной напряженности в ходе выполнения деятельности, с высоким уровнем требований к самоконтролю и самодисциплине как при подготовке рабочего места, при проведении работ повышенной опасности, требующих выдачи нарядов-допусков, или участия в них, так и при непосредственном выполнении трудовых операций.

Эмоциональная напряженность часто связана не со страхом травмирования непосредственно при выполнении трудовых действий, а со страхом совершения ошибочного действия, страхом упустить из вида какой-либо элемент производственного процесса.

Обучение работников методам снижения психоэмоциональной нагрузки, способам восстановления ресурсного состояния способствует сохранению их функциональной надежности, психического здоровья и работоспособности.

Планы РУП «Витебскэнерго» на предстоящий период:

- продолжать коррекционно-профилактическую работу с группами лиц, допустивших нарушения требований ОТ, подпадающие под действие о талонной системе, поскольку данный вид деятельности носит долгосрочный характер и требует многократного воздействия для последующего формирования личностных и поведенческих новообразований;
- продолжать просветительскую работу по внедрению темы «Осознанная безопасность» в программы обучающих курсов и курсов повышения квалификации специалистов и рабочих.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕСУРСА ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Поляков В.И., канд. хим. наук, доцент, старший преподаватель кафедры «Газоснабжение» ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»

Введение

Полиэтиленовые трубы, применяемые в газораспределительных системах, успешно используются уже более 50 лет. За этот период они доказали свое неоспоримое преимущество перед стальными и постепенно вытесняют последние из практики строительства. Прочностные свойства полиэтиленовых труб допускают возможность их эксплуатации при давлении газа до 1,2 МПа, что позволяет практически полностью обеспечить потребности газораспределительной отрасли.

На момент утверждения Программы комплексной модернизации производств газовой сферы на 2021–2025 гг.¹ общая протяженность распределительных сетей природного газа Республики Беларусь составляет около 63 тыс. км. Из них находится в эксплуатации 33 тыс. км полиэтиленовых и 30 тыс. км стальных газопроводов.

Классифицируемые как потенциально опасные объекты, распределительные газопроводы подлежат техническому диагностированию, оценке технического состояния с целью определения фактической прочности материала труб, исследования напряженно-деформированного состояния, проведения иных расчетных и аналитических процедур, позволяющих построить обоснованный прогноз на будущее и определить остаточный срок службы. Поиск эффективных методов контроля, способных наиболее полно характеризовать качество материала труб и их соединений, и интерпретации полученных результатов для решения диагностических задач представляет научный и практический интерес.

Как видно из рисунка 1, в пределах одного-двух десятилетий газоснабжающие организации ГПО «Белтопгаз» начнут сталкиваться с необходимостью проведения технического диагностирования длительно эксплуатируемых полиэтиленовых газопроводов. Однако, несмотря на имеющуюся потребность в работах подобного рода, экспертные организации не располагают на сегодняшний день необходимым инструментом для реализации данной инженерной задачи. Хотя механизм старения полиэтилена хорошо известен, какие-либо общепринятые нормы оценки работоспособности полиэтиленовых газопроводов, основанные на комплексном учете влияния факторов, определяющих их техническое состояние, отсутствуют,

¹ Утв. пост. Министерства энергетики Республики Беларусь 31.12.2020 г. № 48.

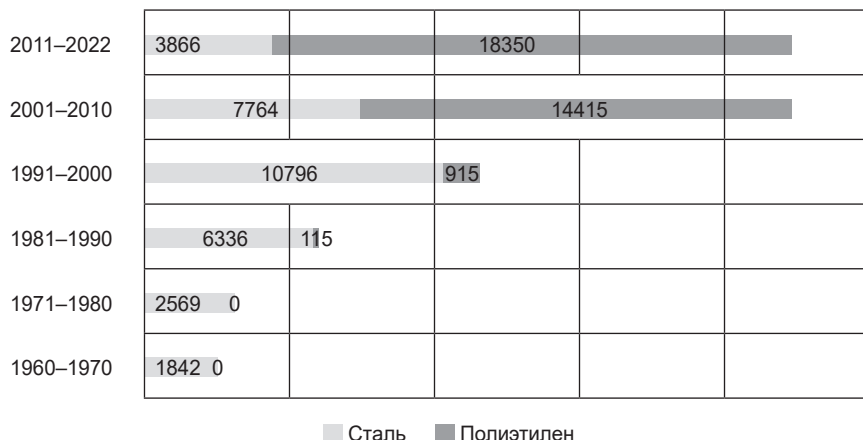


Рисунок 1 — Протяженность введенных в эксплуатацию газопроводов по периодам

что в итоге затрудняет объективную оценку остаточного срока службы находящихся в эксплуатации полиэтиленовых газопроводов.

С этой точки зрения ясна актуальность проведенной в 2023–2024 гг. по заказу УП «Витебскоблгаз» научно-исследовательской работы (далее — НИР) на тему **«Исследование ресурса эксплуатации подземных полиэтиленовых газопроводов»**, исполнителем которой являлся ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ».

В связи с проведенной оценкой современного состояния решаемой научно-технической проблемы технического диагностирования полиэтиленовых газопроводов **цель НИР заключалась в создании базы фактических данных физических характеристик (технического состояния) полиэтиленовых газопроводов для последующего получения объективных временных зависимостей старения.**

Для достижения указанной цели решались следующие задачи НИР:

- проанализировать возрастную структуру и эксплуатационную документацию полиэтиленовых газопроводов;
- осуществить отбор проб образцов (катушек) труб и сварных соединений полиэтиленовых газопроводов с разным сроком эксплуатации;
- обеспечить получение результатов испытаний образцов по следующим физическим характеристикам:
 - а) предел текучести;
 - б) предел прочности основного материала и сварных швов стыковых соединений;
 - в) относительное удлинение;

г) стойкость к отрыву при сплющивании муфтового соединения с закладными электронагревателями¹;

д) показатель текучести расплава (далее — ПТР);

- получить временные зависимости физических характеристик;
- провести анализ полученных результатов испытаний.

Возрастная структура и эксплуатационная документация полиэтиленовых газопроводов

Испытания проводились на пяти трубных образцах, отобранных с находившихся в эксплуатации УП «Витебскоблгаз» подземных полиэтиленовых газопроводов.

Образец № 1 — полиэтиленовая труба желтого цвета наружным диаметром 63 мм, предположительно, марки ПЭ 100. Газопровод низкого давления принят в эксплуатацию 19.08.1999 г.

Образец № 2 — полиэтиленовая труба черного цвета наружным диаметром 160 мм. Имеется паспорт качества на трубу из полиэтилена для газопроводов СТБ ГОСТ Р 50838–97 Кохановского трубного завода «БЕЛТРУБПЛАСТ». Газопровод низкого давления принят в эксплуатацию 29.12.2017 г.

Образец № 3 — полиэтиленовая труба черного цвета наружным диаметром 90 мм. Имеется заверенная выписка из сертификата качества на трубу из полиэтилена для газопроводов ПЭ80 ГАЗ SDR 17.6-90x5,2 СТБ ГОСТ Р 50838–97, изготовитель ИЗАО «Кохановский трубный завод «Белтрубпласт». Газопровод низкого давления принят в эксплуатацию 04.03.2011 г.

Образец № 4 — полиэтиленовая труба черного цвета наружным диаметром 90 мм. Имеется заверенная выписка из сертификата качества на трубу напорную из полиэтилена (диаметром от 16 до 160 мм), изготовитель Белорусско-германское совместное предприятие СП «КИРАННА» ООО; документ о качестве трубы ПЭ 80 ГАЗ SDR 17,6 90x5,2 СТБ ГОСТ Р 50838–97 ОАО БЗПИ. Газопровод низкого давления принят в эксплуатацию 20.12.2007 г.

Образец № 5 — стыковое соединение газопровода наружным диаметром 225 мм. Имеется заверенная выписка из сертификата качества на трубу ПНД Т ГАЗ 225 по ТУ 6-19-352-87, изготовитель Казанское ПО «Оргсинтез», на трубе присутствует маркировка завода-изготовителя. Газопровод межпоселковый высокого давления принят в эксплуатацию 08.12.1993 г.

Результаты механических испытаний образцов полиэтиленовых труб

В таблице 1 представлены результаты, полученные при осевом растяжении образцов-лопаточек типа 2 по ГОСТ 11262–2017 «Пластмассы. Метод испытания на растяжение». Образцы получены фрезерованием.

¹ В данной публикации решение этой задачи не рассматривается.

Таблица 1 — Результаты механических испытаний образцов полиэтиленовых труб

№ обр.*	Предел текучести, σ_T , МПа		Относительное удлинение**, ξ_T / ξ_p , %	
	Образца	Средний	Образца	Среднее
Трубный образец № 1 (протоколы 1.1—1.5)				
1.1	6,8	11,8	8,5/147	11,5/267
1.2	12,1		14,4/264	
1.3	***		—	
1.4	13,6		11,9/60,8	
1.5	14,7		11,3/596	
Трубный образец № 2 (протоколы 2.1—2.6)				
2.1	18,1	17,7	10,2/767	9,9/606
2.2	17,7		9,7/577	
2.3	21,4		10,8/576	
2.4	11,5		8,0/582	
2.5	18,2		9,2/552	
2.6	19,3		11,7/585	
Трубный образец № 3 (протоколы 3.2—3.5)				
3.1	****	15,3	—	11,6/333
3.2	23,1		14,3/59	
3.3	17,6		10,2/310	
3.4	13,6		11,7/93	
3.5	6,9		10,0/869	
Трубный образец № 4 (протоколы 4.1—4.6)				
4.1	33,3	24,8	14,6/203	15,2/272
4.2	32,6		16,5/105	
4.3	28,7		18,7/670	
4.4	16,4		14,4/69	
4.5	13,4		10,5/293	
4.6	24,4		16,5/290	

№ обр.*	Предел текучести, σ_{τ} , МПа		Относительное удлинение**, ξ_{τ} / ξ_{p} , %	
	Образца	Средний	Образца	Среднее
Трубный образец № 5 (протоколы 5.1—5.6)				
5.1	16,3	20,5	9,7/1026	12,5/658
5.2	***		—	
5.3	18,0		11,6/1049	
5.4	16,0		12,6/233	
5.5	25,6		14,4/144	
5.6	26,3		14,5/841	
Примечание				
* Номер образца-лопаточки по протоколу.				
** Относительные удлинения ξ_{τ} — при текучести, ξ_p — при разрыве.				
*** Атипичная диаграмма растяжения.				
**** Протокол не сохранен испытательной лабораторией.				

Временные зависимости средних значений физических (механических) характеристик трубных образцов отражены в таблице 2.

Таблица 2 — Временные зависимости физических характеристик трубных образцов

Срок службы газопровода, год	№ трубного образца	Предел текучести, σ_T , МПа	Относительное удлинение, %	
			ξ_T при текучести	ξ_p при разрыве
31	5	20,5	12,5	658
25	1	11,8	11,5	267
17	4	24,8	15,2	272
13	3	15,3	11,6	333
7	2	17,7	9,9	606

В таблицу 2 включены характеристики труб, выполненных по техническим условиям, действовавшим до принятия СТБ ГОСТ Р 50838–95, и вы-

полненных по этому стандарту. Количественные закономерности могли бы быть выявлены по изменению характеристик настоящего момента, отсчитывая от исходных механических характеристик труб, но исходные характеристики отсутствуют. Остается качественный анализ.

Качественный анализ

Прекрасно показал себя трубный образец № 5, самый старый газопровод из предложенной выборки.

Наружная поверхность трубы была гладкой, без видимых невооруженным глазом вздутий, раковин и других подобных дефектов, без продольных полос и сильно заметной волнистости, которая бы в отдельных местах выводила толщину стенки за пределы регламентированных значений. Внутренняя поверхность трубы была гладкая, небугристая, без продольных борозд.

Специально обращаем внимание на отсутствие подобных дефектов, вызванных неотработанностью технологического процесса производства, с чем действительно сталкиваются при диагностировании подобных газопроводов (см., например, Мартыненко С.Н., Зубаилов Г.И. Полиэтиленовые газопроводы: практические возможности технического диагностирования // Нефтегазовое дело. 2023. Т. 21, № 1. С. 125–137. Режим доступа: <https://doi.org/10.17122/ngdelo-2023-1-125-137>).

Согласно ТУ 6-19-352-87 относительное удлинение при разрыве должно составлять не менее 350 %, что выполнено даже с большим запасом пластичности (см. таблицу 2).

Образцы № 3 и 4 по сертификату имели исходное значение показателя относительного удлинения при разрыве 600 и 680 % соответственно. В настоящее время значение показателя почти вдвое снижено. При этом заметна большая нестабильность значений по этому показателю (таблица 1), что свидетельствует о неоднородности, изменении структуры полиэтилена, деградации его механических свойств. Подобная нестабильность, деградация характерна и для образца № 1. **Но для всех образцов № 1, 3, 4 запас пластичности существует, и характер разрушения образцов лопаточек — пластичный. Хрупкого разрушения не выявлено.**

Образец № 2 показал высокопластичное разрушение с небольшой вариацией показателя относительного удлинения при разрыве, составившем 600 %. По сертификату имел исходное значение показателя относительного удлинения при разрыве 550 %. Что не удивительно, это самый «молодой» газопровод со сроком службы 7 лет.

Общий вывод по выборке образцов № 1–5: материал трубы позволяет осуществлять длительную безопасную эксплуатацию газопроводов.

Результаты механических испытаний стыкового соединения полиэтиленовых труб

Результаты испытаний стыкового сварного соединения образца № 5 сведены в таблицу 3 и показаны на рисунке 2.

Таблица 3 — Результаты механических испытаний стыковых соединений

№ обр.*	Предел текучести, σ_T , МПа		Относительное удлинение, ξ_T / ξ_p , %	
	Образца	Средний	Образца	Среднее
5.1.1	19,3	16,6	14,2/19,1	12,0/101
5.1.2	17,8		11,1/85,3	
5.1.3	13,4		13,5/44,6	
5.1.4	15,8		9,8/127	
5.1.5	16,7		11,5/228,5	
Материал трубы (для сравнения)		20,5		12,5/658
<i>Примечание</i> * Номер нанесен на образцы, как на рисунке 2.				

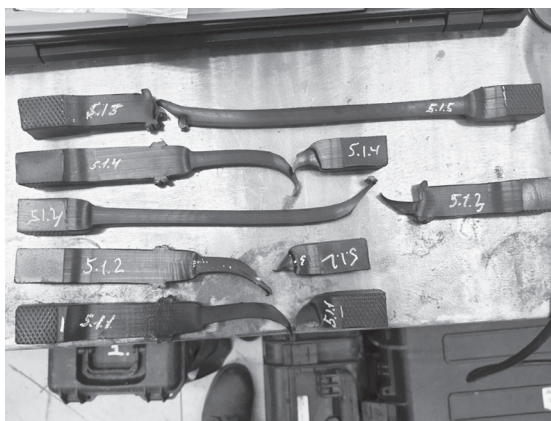


Рисунок 2 — Внешний вид образцов-лопаток после испытаний на осевое растяжение

Как показывают таблица 3 и рисунок 2, по сравнению с материалом труб пластические свойства сварных образцов резко ухудшились, но разрушение носит пластический характер даже в том случае, когда

плоскость разрушения затрагивает плоскость сварки, как для образцов 5.1.3 и 5.1.5.

На участках деформирования всех образцов-лопаток не зафиксировано щелевое расслоение материала с инициированием процесса разрушения из срединного или наружного слоев. Это говорит о высокой однородности материала, отсутствии локальных дефектов, аномальных структурных различий по толщине стенки труб с резко выраженными границами переходных зон между слоями, отличающимися размерами надмолекулярных образований.

Вывод: выявлено падение прочностных свойств (уменьшение предела текучести, относительного удлинения при разрыве) стыкового сварного соединения, однако характер разрушения при испытаниях — пластичный, и нет препятствий для длительной эксплуатации сварных соединений данного газопровода.

Определение показателя текучести расплава

Возможности метода

Показатель текучести расплава ПТР определялся в течении 10 мин при 190 °С и нагрузке 5 кг.

Физико-механические свойства полимеров (включая вязкость) во многом зависят от их молекулярной массы. Деградация свойств полимера проявляется в числе прочего в уменьшении средней молекулярной массы. Это происходит в результате разрыва химических связей и укорачивания углеродных цепей мономерных звеньев макромолекул под воздействием различного рода факторов.

Об изменении средней молекулярной массы полимера можно косвенно судить по изменению значения ПТР. Данный показатель позволяет определить, насколько легко течет расплав полимера. Таким образом, ПТР дает представление о вязкости последнего.

Изменение в молекулярной массе приводит к изменению вязкости полимера, что наиболее заметно при ее измерении при низких скоростях сдвига. Поскольку определение ПТР происходит при очень небольших скоростях движения потока расплава через капиллярное отверстие (т. е. он дает вязкость при околонулевых скоростях сдвига), материалы с разной средней молекулярной массой будут вести себя по-разному. У полимера с более высокой молекулярной массой ниже значение ПТР, что говорит о более низкой вязкости его расплава, и наоборот.

Если ПТР не меняется, сохраняется и средняя молекулярная масса. Исходя из этого, ПТР в ряде случаев можно рассматривать в качестве меры средней молекулярной массы полимера.

Анализ опытных данных

В таблице 5 приводятся значения ПТР.

Таблица 5 — Значения ПТР

Номер образца, г/10 мин (при 190°С, 5 кг)	1	2	3	4	5
Нормируемое значение параметра по ТНПА	0,2–1,2 таблица Д.1 п. 2 СТБ ГОСТ Р 50838				
ПТР	0,83	0,24	0,51	0,49	0,31
Отметка о соответствии (заключение)	Соответствует				

Никаких особенностей не выявлено. Длительная эксплуатация газопроводов слабо сказалась на средней молекулярной массе полиэтилена.

Заключение

Начальные данные, содержащиеся в документах о качестве (паспортах, сертификатах), и результаты механических испытаний образцов № 1–5, полученные в ходе НИР, говорят о том, что материал труб позволяет осуществлять длительную безопасную эксплуатацию газопроводов.

Выявлено падение прочностных свойств (уменьшение предела текучести, относительного удлинения при разрыве) стыкового сварного соединения образца № 5, однако характер разрушения при испытаниях — пластичный, и нет препятствий для длительной эксплуатации сварных соединений данного газопровода.

Значения показателя текучести расплава показывают, что длительная эксплуатация газопроводов слабо сказалась на средней молекулярной массе полиэтилена.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРЕТИКО-ВЕРОЯТНОСТНОГО ПОДХОДА В РАМКАХ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ДЫХАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ХИМИЧЕСКИ СВЯЗАННОМ КИСЛОРОДЕ

Потапенко Е.П., проректор по научно-методической работе
ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»

Актуальность темы обусловлена необходимостью защиты органов дыхания в различных сферах деятельности, в частности в условиях техно-

генных чрезвычайных ситуаций органы дыхания сотрудников МЧС, шахтеров и горноспасателей, работников газовой службы и нефтеперерабатывающих предприятий следует защитить от целого комплекса вредных факторов. Среди них выгорание или вытеснение кислорода, выделение ядовитых продуктов горения, высокая температура воздуха и пр.

Существующая классификация разделяет СИЗОД на фильтрующие — зависящие от окружающей среды — и изолирующие средства индивидуальной защиты, которые не зависят от параметров окружающей среды.

Применение фильтрующих противогазов во многих ситуациях не допускается. Например, работы внутри емкостей, аппаратов, в колодцах, траншеях и котлованах, где могут накапливаться токсичные и взрывоопасные газы, проводить в фильтрующих противогазах запрещено. В описанных ситуациях эффективны только изолирующие дыхательные аппараты.

Среди изолирующих дыхательных аппаратов достаточно перспективными являются аппараты на химически связанном кислороде, ибо плотность твердых веществ на три порядка выше, чем у газов, а стальные баллоны не выдерживают давление более 250 атмосфер. К тому же они весят в шесть раз больше сжатого в них кислорода, нуждаются в ресивере и легочном автомате. В итоге аппараты на химически связанном кислороде легче, компактнее и проще баллонных, а также не стесняют движения по сравнению со шланговыми аппаратами. Вместе с тем, как показывают стехиометрические оценки, защитный ресурс регенеративных патронов на химически связанном кислороде используется недостаточно эффективно. Менее половины защитного ресурса аппаратов на химически связанном кислороде используется к моменту появления критического проскока CO_2 .

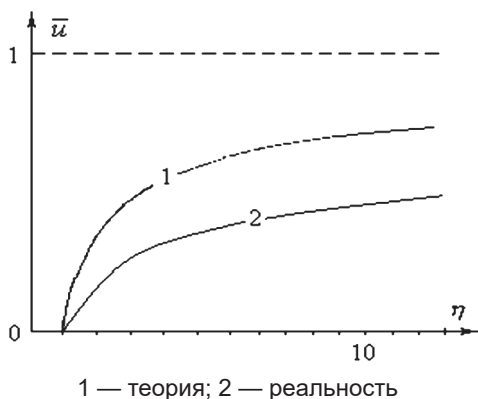


Рисунок 1 — Степень отработки ресурса патрона к концу защитного действия

Причины неэффективного использования защитного ресурса регенеративного патрона:

1. Наличие мертвого слоя хемосорбента (уменьшает срок защитного действия, по разным оценкам, от 18 до 50 %, см. рисунок 3).

2. Спекание гранул сорбента (согласно исследованиям НИГДИ, оказывает негативное воздействие на защитный срок от 37 до 67 %, см. рисунок 2).

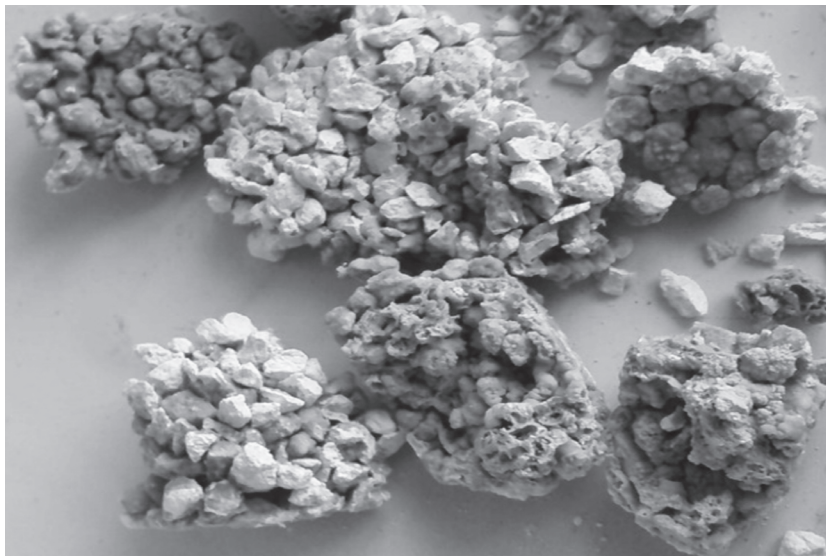


Рисунок 2 — Спекшиеся гранулы сорбента

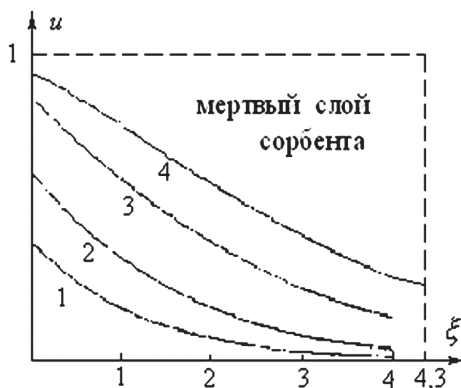


Рисунок 3 — Распределение связанного углерода в толще кислородсодержащего продукта 1. $\tau = 0.5$; 2. $\tau = 1$; 3. $\tau = 2$; 4. $\tau = 3$

Компьютерное моделирование регенерации воздуха в изолирующих средствах защиты дыхания на химически связанном кислороде — важный этап их совершенствования. В его рамках можно установить причины неполного использования ресурса дыхательного аппарата к концу срока его защитного действия, предложить изменения конструкции, позволяющие устранить обнаруженные недостатки, и убедиться в эффективности предложенных технических решений. Таким образом сокращается количество трудоемких и дорогостоящих натурных экспериментов по подтверждению целесообразности и оптимизации количественных параметров вносимых усовершенствований.

Компьютерные программы для проведения численных экспериментов пишутся на основе используемых математических моделей. При этом огромную роль играет адекватность используемого математического аппарата сути изучаемых процессов. Это не только расширяет возможности моделирования, но и значительно снижает затраты машинного времени. Реализации такого подхода к моделированию процессов, разворачивающихся в регенеративном патроне изолирующего дыхательного аппарата, посвящена данная статья.

Уравнения математической физики, описывающие явления переноса (вещества, энергии, импульса и т. п.), получаются на основе рассуждений, учитывающих молекулярную природу моделируемых процессов. Однако распространенные методы их решения эту природу игнорируют и сводятся к реализации абстрактного математического формализма (метода разделения переменных Фурье, операционного исчисления и т. п.). Такой подход существенно обедняет арсенал методов поиска и исследования решений, не позволяет применить аппарат, адекватный задаче. Проиллюстрируем изложенное на примере уравнения диффузии. Ограничившись для простоты одномерным случаем, запишем последнее в виде

$$\frac{\partial n(x,t)}{\partial t} = D \frac{\partial^2 n(x,t)}{\partial x^2}, \quad (1)$$

где $n(x,t)$ — объемная концентрация переносимой субстанции (примеси), t — время, x — координата, D — коэффициент диффузии. При наличии начального условия

$$n(x,0) = n_0(x), \quad (2)$$

существует единственное решение задачи (1), (2) (см. Бугров Я.С., Никольский С.М. «Высшая математика», 1989 г.), которое позволяет достоверно предсказать значение концентрации $n(x,t)$ в любом месте в любой момент

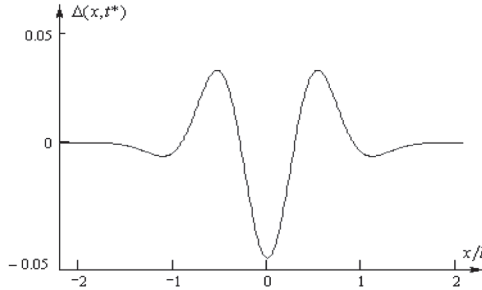


Рисунок 4 — Отклонение плотности вероятности от ее асимптотического выражения в момент времени t^*

времени. Однако, несмотря на детерминизм задачи (1), (2), все молекулы примеси в результате броуновского движения «забывают» о своих начальных условиях. Это позволяет, соответствующим образом нормировав $n(x, t)$, ввести дифференциальную функцию распределения частиц примеси по координатам

$$f(x, t) = \frac{n(x, t)S}{N}, \quad (3)$$

где

$$N = S \int_{-\infty}^{\infty} n(x, t) dx \quad (4)$$

равно общему числу диффундирующих молекул в тонкой трубке параллельной оси OX с площадью поперечного сечения S . Заметим, что размерность $[f(x, t)]$ m^{-1} , как это и должно быть.

Введенная вместо $n(x, t)$, новая неизвестная функция $f(x, t)$ вероятностно характеризует положение в момент времени t каждой отдельной молекулы примеси. И только их огромное количество, в соответствии с законом больших чисел, приводит к достоверному прогнозу эволюции $n(x, t)$, что находит свое формальное отражение в справедливости теорем существования и единственности решения задачи (1), (2).

Интерпретация $f(x, t)$ как плотности вероятности позволяет подключить дополнительный мощный ресурс в виде основных теорем теории вероятностей. В частности асимптотика $f(x, t)$ и поправки к ней (рисунок 4) могут быть установлены с помощью начальных и центральных моментов случайной координаты отдельной молекулы примеси.

$$E(\tau) = \frac{\mu_4(\tau)}{\sigma(\tau)^4} - 3 = \frac{12\tau^2 + \tau + 1/80}{(2\tau + 1/12)^2} - 3 = -\frac{1}{120\sigma^4(\tau)} \xrightarrow{\tau \rightarrow \infty} 0. \quad (5)$$

Отсутствие эксцесса при больших временах означает, что первоначальное распределение постепенно эволюционирует в нормальное

$$f(\xi, \tau) \xrightarrow{\tau \rightarrow \infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma(\tau)} e^{-\frac{\xi^2}{2\sigma(\tau)^2}}. \quad (6)$$

Рисунок 5 иллюстрирует, как равномерное распределение на отрезке трансформируется в нормальное на всей числовой оси. Интересно, что моменту t^* отвечает примерно двукратное увеличение дисперсии.

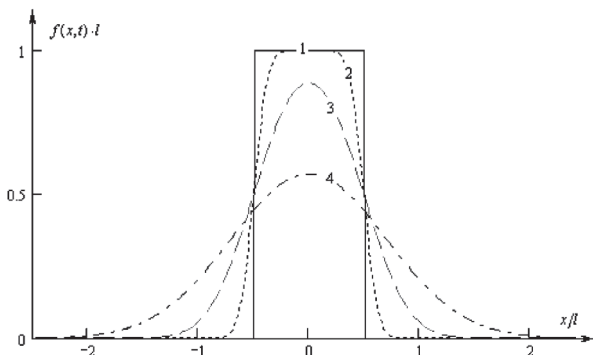


Рисунок 5 — Диффузионное «расползание» однородного концентрационного пятна

1. $t = 0$; 2. $t = 0,1t^*$; 3. $t = t^*$; 4. $t = 4t^*$

Таким образом, в работе предложен теоретико-вероятностный подход в поиске решений уравнений математической физики. Исходя из сути решаемой задачи, неизвестная функция заменяется плотностью вероятности некоторой случайной величины. Параметры ее распределения получаются методом моментов с помощью самого уравнения, а также связанных с ним начальных (граничных) условий. Используя такой подход, удалось создать математическую модель (рисунок 6) сорбции углекислого газа в изолирующих дыхательных аппаратах, которая учитывает начальную загрязненность регенеративного патрона. Такая математическая модель необходима для исследования влияния схемы воздухопроводной части дыхательных аппаратов на увеличение его эффективности.

$$\begin{aligned}
\eta &:= 4 & N_{xxxx} &:= 20 & \tau_1 &:= 1 & N_1 &:= 80 & k &:= 0..N_1 & \tau &:= 3 \\
x_k &:= 0.05 \cdot k & f_0(\tau) &:= e^{-\tau} & v(n, \tau) &:= \sum_{k=0}^n \left[(-1)^{n-k} \cdot \frac{n!}{k! \cdot (n-k)!} \left(1 - e^{-\tau} \cdot \sum_{l=0}^k \frac{\tau^l}{l!} \right) \right] \\
y1_k &:= v(0, \tau_1) - f_0(x_k) + \int_0^{x_k} f_0(x) dx & S1 &:= \text{cspline}(x, y1) & f1(\tau) &:= \text{interp}(S1, x, y1, \tau) \\
y2_k &:= v(1, \tau_1) - f1(x_k) + \int_0^{x_k} f1(x) dx & S2 &:= \text{cspline}(x, y2) & f2(\tau) &:= \text{interp}(S2, x, y2, \tau) \\
&\dots\dots\dots \\
y20_k &:= v(19, \tau_1) - f19(x_k) + \int_0^{x_k} f19(x) dx & S20 &:= \text{cspline}(x, y20) & f20(\tau) &:= \text{interp}(S20, x, y20, \tau) \\
\omega(\xi, \tau) &:= e^{-\tau} \cdot \left(f_0(\tau) + f1(\tau) \cdot \xi + \frac{f2(\tau)}{2} \cdot \xi^2 + \frac{f3(\tau)}{3!} \cdot \xi^3 + \dots + \frac{f20(\tau)}{20!} \cdot \xi^{20} \right) \\
\xi &:= 0, 0.2.. \eta & \omega1(\xi, \tau) &:= e^{-\xi} \cdot \left[1 + \sum_{n=1}^N \left[\frac{\xi^n}{n!} \cdot \left(1 - e^{-\tau} \cdot \sum_{k=0}^{n-1} \frac{\tau^k}{k!} \right) \right] \right] \\
u1(\xi, \tau) &:= 1 - e^{-\tau} \cdot \left[1 + e^{-\xi} \cdot \sum_{n=1}^N \left[\frac{(\xi)^n}{n!} \cdot \sum_{k=1}^n \frac{(\tau)^k}{k!} \right] \right] & u(\xi, \tau) &:= e^{-\tau} \cdot \left(u1(\xi, \tau_1) + \int_0^{\tau} e^{\tau'} \cdot \omega(\xi, \tau') d\tau' \right)
\end{aligned}$$

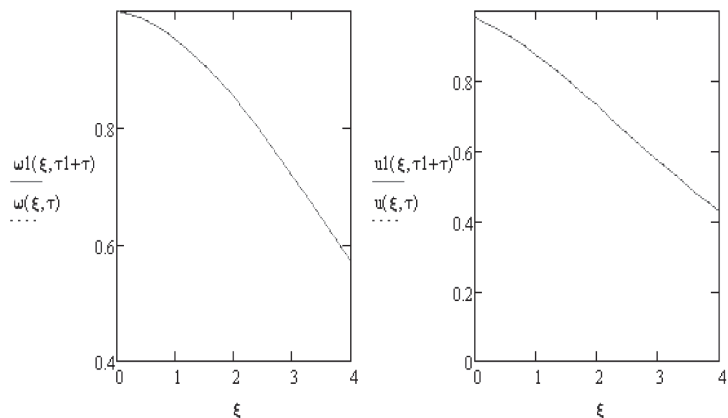


Рисунок 6 — Зависимость приведенной концентрации CO_2 и плотности связанного углерода от координаты, построенные соответственно при наличии и отсутствии начальной загрязненности патрона (кривые $\omega1$ и $u1$) и при ее наличии (кривые ω и u)

Информационно-образовательный портал ГПО «Белтопгаз»

Объем — 32,4 Мб

Microsoft Windows 8 и выше
Веб-браузеры Google Chrome или Mozilla Firefox

Редактор Е.В. Манкевич

Учреждение образования
«Государственный институт повышения квалификации и переподготовки кадров
в области газоснабжения «ГАЗ-ИНСТИТУТ».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/397 от 02.07.2014.

1-й Твердый пер., 8, 220038, г. Минск.

www.gazinstitut.by