

На правах рукописи



Седельников Геннадий Евгеньевич

**РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОГО
ВИДЕОИНФОРМАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА НЕПРЕРЫВНОГО
РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ РАБОТНИКОВ УГОЛЬНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ В СФЕРЕ ОХРАНЫ ТРУДА**

*Специальность 05.26.01 –
«Охрана труда» (горная промышленность)*

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Кемерово – 2020

Работа выполнена в Обществе с ограниченной ответственностью «Кузбасский межотраслевой Центр охраны труда» (ООО «Кузбасс-ЦОТ»)

Научный руководитель: **Фомин Анатолий Иосифович**, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник АО «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли» (АО «НЦ ВостНИИ»)

Официальные оппоненты: **Павлова Лариса Дмитриевна**, доктор технических наук, профессор, директор Института информационных технологий и автоматизированных систем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»

Неволина Елена Михайловна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Челябинского филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения науки Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Защита состоится «___» _____ 20__ г. в _____⁰⁰ на заседании диссертационного совета Д 520.063.03 при АО «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли» по адресу: 650002, г. Кемерово, ул. Институтская, 3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте АО «НЦ ВостНИИ»: <http://www.nc-vostnii.ru/napravleniya-deyatelnosti/nauchno-obrazovatel'naya-deyatelnost/soiskateli.php>

Автореферат разослан «___» _____ 2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 520.063.03  Д.В. Ботвенко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Угледобывающие предприятия являются сложными природно-техногенными системами и относятся к опасным производственным объектам, поэтому вопросы аварийности, травматизма, общей и профессиональной заболеваемости работников стоят наиболее остро.

За 2018 год на предприятиях угольной промышленности России произошло пять аварий, в том числе одна авария – с групповым несчастным случаем. Травмы на производстве, несовместимые с жизнью, получили семнадцать работников угольной отрасли. Удельный показатель смертельного травматизма на 1 млн тонн добываемого угля в 2018 году составил 0,039 чел/млн т.

Согласно отчёту Сибирского управления Ростехнадзора России за 2018 год на предприятиях угольной отрасли Кузбасса произошло 4 аварии – эндогенные пожары на шахтах; травмы на производстве получили 118 человек, в т. ч. со смертельным исходом – 8 человек, из которых 7 человек на подземных работах и 1 человек на открытых горных работах.

Поэтому обеспечение безопасности жизни и здоровья работников на угольных предприятиях, создание надлежащих условий трудовой деятельности является важной социальной задачей.

Вопросам изучения причин аварийности, травматизма на горных предприятиях посвящены исследования многих отечественных и зарубежных ученых: Бухтоярова В.Ф., Ворошилова С.П., Галкина В.А., Гендлера С.Г., Зыкова В.С., Иванова В.В., Калединой Н.О., Коршунова Г.И., Кравчука И.Л., Ли А.А., Лудзиша В.С., Невוליной Е.М., Новикова Н.Н., Павлова А.Ф., Павловой Л.Д., Попова В.Б., Русака О.Н., Файнбурга Г.З., Фомина А.И., Фрянова В.Н., Шевченко Л.А., Юдина В.М.

Однако организационные вопросы предотвращения нарушений требований безопасности при выполнении технологических процессов горного производства, повторных проявлений аварий и несчастных случаев по аналогичным причинам требуют дальнейшего изучения с целью их совершенствования.

Анализ причин несчастных случаев на производстве показывает, что большинство таких инцидентов происходит из-за незнания или нарушения требований безопасности труда, неудовлетворительной работы системы управления охраной труда на горных предприятиях (СУОТ). По разным оценкам 70–90 % аварий и несчастных случаев на производстве происходит из-за некомпетентных действий работников. Таким образом, можно утверждать, что основной причиной травматизма является недостаточная компетентность работников в сфере охраны труда вследствие несовершенства технологий обучения, которые должны обеспечивать требуемый уровень компетентности работников, а также формального подхода работодателя к обучению безопасным методам и приемам выполнения технологических операций горного производства.

Ситуация усугубляется тем, что в настоящее время рост требований к компетентности персонала постоянно увеличивает разрыв между требуемой и существующей компетентностью работника.

В настоящее время согласно законодательству Российской Федерации обучение работников угольной промышленности в области охраны труда, как правило, сводится к инструктажам и зачастую носит формальный характер.

Среди недостатков обучения можно выделить следующие: большие временные разрывы в проведении инструктажей по охране труда, что приводит к забыванию работником учебного материала по безопасным методам и приемам выполнения технологических операций горного производства; недостаточная педагогическая квалификация работников, ответственных за обучение охране труда, что приводит к низкой эффективности самого процесса обучения; при обучении практически не применяются современные, в том числе и видеоинформационные технологии, обеспечивающие более качественное обучение.

Также к существенным недостаткам современных подходов к обучению следует отнести отсутствие автоматизации процесса обучения – непрерывного контроля и корректировки компетентности работников в области безопасности труда. Вследствие чего процесс обучения и его результаты недостаточно связаны с другими элементами СУОТ, что не позволяет принимать своевременные решения по корректировке компетентности на различных управленческих уровнях.

Учитывая вышеизложенное, актуальность темы исследования определяется необходимостью разработки новых подходов к непрерывному обучению вопросам охраны труда, повышению компетентности работников всех уровней управления горным предприятием.

Объект исследования: компетентность работников предприятий горной промышленности, занятых на рабочих местах во вредных и опасных условиях труда.

Предмет исследования: система обучения работников предприятий горной промышленности в сфере охраны труда.

Идея исследования заключается в том, чтобы сделать повышение компетентности работников в области безопасности труда адресным, массовым, непрерывным, «безотрывным» от производства», обеспечить снижение уровня риска травматизма, повышение социальной защиты работающих и эффективность производства.

Цель исследования – снижение уровня производственного травматизма посредством создания компьютерного видеоинформационного комплекса, обеспечивающего требуемый уровень компетентности работников в области безопасности труда.

Задачи исследования:

– разработать программно-методический модуль непрерывного обучения работников по вопросам охраны труда с учетом законов восприятия и усвоения информации человеком;

– разработать интегрируемый в действующую систему управления охраной труда любого предприятия компьютерный видеоинформационный комплекс массового развития и непрерывного контроля компетентности работников в соответствии с требованиями безопасности труда;

– провести экспериментальные исследования влияния технологий массового непрерывного обучения на компетентность работников; установить взаимосвязь между травматизмом и компетентностью работников в сфере охраны труда.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Программно-методический модуль предсменного экспресс-обучения-тестирования работников в сфере охраны труда, учитывающий законы восприятия и усвоения информации, позволяет обеспечить персональное непрерывное развитие компетентности и контроль профессиональной пригодности работников.

2. Многоуровневый компьютерный видеоинформационный комплекс, интегрируемый в систему управления охраной труда, позволяет обеспечить массовое управление компетентностью работников, определять их профессиональную пригодность и принимать необходимые решения на разных уровнях управления охраной труда.

3. Массовое предсменное экспресс-обучение-тестирование предприятий на основе видеоинформационного комплекса позволяет обеспечить снижение травматизма и рост компетентности работников в сфере охраны труда.

Научная новизна:

1. Разработан программно-методический алгоритм массового предсменного экспресс-обучения-тестирования работников по вопросам охраны труда непосредственно на рабочем месте с учетом психофизиологических особенностей организма человека. Предложены критерии оценки уровня компетентности работников в области безопасности труда.

2. Предложен эффективный способ обучения работников с использованием визуализации последствий неправильных действий.

3. Предложена научно обоснованная логическая схема функционирования предсменного экспресс-обучения-тестирования и дополнительного экспресс-обучения-тестирования, обеспечивающая интеграцию в действующую систему управления охраной труда предприятий.

4. Установлена эмпирическая зависимость между числом травмированных работников и уровнем их компетентности.

Методы исследования.

В работе использован комплекс методов, включающий обобщение исследований ученых и специалистов в области обучения безопасным методам и приемам выполнения технологических операций на горных предприятиях и обобщение производственной практики. Использовались вероятностно-статистические методы анализа причин нарушений требований безопасности труда и травмирования работников, экспертных оценок, математического анализа и статистики.

Достоверность и обоснованность результатов работы, выводов и рекомендаций подтверждается значительным объемом изученной информации о производственном травматизме на предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс»; значительным объемом статистической информации о результатах ежедневного предсменного экспресс-обучения-тестирования работников – более 6 млн «сдач» за период 2015–2019 гг. на угледобывающих предприятиях; наличием корреляционных зависимостей между уровнем компетентности работников и количеством травмированных работников; апробацией полученных результатов на научных семинарах, научно-практических конференциях, круглых столах, в периодической печати.

Практическая значимость проведенных исследований заключается в следующем.

– Предложена и впервые внедрена система непрерывного развития и контроля компетентности работников, позволяющая формировать навыки безопасного поведения работников на предприятиях угольной промышленности.

– Реализован непрерывный массовый ежесменный процесс обучения персонала требованиям охраны труда непосредственно на рабочем месте, путем предсменного экспресс-обучения-тестирования.

– Результаты предсменного экспресс-обучения-тестирования используются для принятия управленческих решений на различных уровнях управления.

– Внедрение предсменного экспресс-обучения-тестирования работников предприятий обеспечивает рост компетентности работников в сфере охраны труда и снижение травматизма.

Апробация результатов.

Основные результаты научных исследований докладывались и обсуждались на VIII Международной научно-практической конференции КузГТУ «Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах» (г. Кемерово, 2009 г.), IV Международной научно-практической конференции «Национальная стратегия снижения профессиональных рисков и создания безопасных условий труда на рабочих местах» (г. Москва, Минздравсоцразвития РФ, 2009 г.), IX Международной научно-практической конференции КузГТУ «Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах» (г. Кемерово, 2011 г.), XVII Международной научно-практической конференции КузГТУ «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2018» (г. Кемерово, 2018 г.), XII Международной научной конференции «Инновации в технологиях и образовании» (г. Белово, 2019 г.), XI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Россия молодая» (г. Кемерово, 2019 г.), XIII Международной научной конференции «Инновации в технологиях и образовании» (филиал КузГТУ г. Белово, 2020 г.)

Диссертационная работа выполнялась в рамках целевой программы «Система обеспечения охраны труда, промышленной и экологической

безопасности, предупреждения крупных аварий и катастроф на предприятиях горной отрасли», рассмотренной и согласованной на заседании Ученого совета АО «НЦ ВостНИИ» (протокол №4 от 12.09.2018) как отдельный этап работы «Создание новой системы переподготовки кадров для работников подземной группы угольных шахт, обеспечивающей качественно новый уровень компетентности персонала» (раздел 4, направление 4.5 целевой программы).

Реализация результатов.

«Компьютерный видеоинформационный комплекс непрерывного развития компетентности работников» функционирует в 12 компаниях и более чем на 50 предприятиях, среди них АО «СУЭК-Кузбасс», АО «УК «Кузбассразрезуголь», ПАО «Уралкалий», ПАО «ГМК «Норильский никель», ООО «ММК-Уголь», АО «Сибирь-полиметаллы» и др.

Например, за время работы видеоинформационного комплекса в АО «СУЭК-Кузбасс» проведено около 4 000 000 экспресс-обучений-тестирований работников по вопросам безопасности труда. Травматизм за это время снизился более чем в два раза.

Специалисты Горной Секции МАСО пришли к заключению, что технология ООО «Кузбасс-ЦОТ» отвечает критериям программ «Профилактика несчастных случаев на рабочих местах. Нулевое видение в области травматизма», «7-мь Золотых правил по безопасности труда» и присудили методике ООО «Кузбасс-ЦОТ» Знак Качества «Превосходство Горной Секции МАСО».

Получены свидетельства о регистрации программ для ЭВМ № 2015610352 «Комплекс развития и контроля компетентности работников в соответствии с требованиями безопасности труда» и № 2017661421. «Программа-клиент, обеспечивающая возможность проведения предсменного обучения, алкотестирования и фотофиксации».

Публикации.

Результаты диссертации представлены в 25 научных публикациях, в том числе 12 статей в изданиях, входящих в Перечень российских рецензируемых журналов ВАК, 12 статей в научных сборниках и материалах конференций, 2 патента на изобретения.

Личный вклад автора состоит:

- в проведении анализа состояний травматизма на угольных шахтах Кузбасса;
- в проведении анализа эффективных способов обучения;
- в разработке алгоритма оценки компетентности работников в области охраны труда и промышленной безопасности;
- в разработке алгоритма проведения предсменного экспресс-обучения-тестирования работников;
- в разработке компьютерной программы проведения предсменного экспресс-обучения-тестирования работников в области ОТ и ПБ;
- в организации массового внедрения программного обеспечения и методики в 12 компаниях на 50 производственных единицах;

– в проведении экспериментальных исследований и обработке результатов влияния предсменного экспресс-обучения-тестирования работников на их компетентность и уровень риска травмирования;

– в выполнении анализа числа травмированных работников в зависимости от уровня их компетентности после внедрения видеоинформационного комплекса.

Объем и структура работы.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованных источников из 105 наименований, содержит 146 страницы машинописного текста, 32 рисунка, 19 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель, задачи и идея исследований, указаны научная новизна, практическая значимость работы, основные положения, выносимые на защиту, практическая реализация результатов исследований и апробация работы.

В первой главе проведен анализ состояния производственного травматизма на предприятиях угольной отрасли. Изложены основные недостатки традиционных методов обучения работников с отрывом от производства. Рассмотрены существующие в настоящее время методы обучения охране труда.

Во второй главе проведен комплекс исследований, посвящённых разработке алгоритма для ускоренного обучения и одновременного контроля компетентности работников. Описана методика создания учебных материалов, учитывающих психофизиологические особенности организма человека, позволяющих наиболее эффективно проводить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ на горных предприятиях.

Третья глава посвящена разработке логической схемы функционирования предсменного экспресс-обучения-тестирования и дополнительного экспресс-обучения-тестирования. На базе этой схемы создается видеоинформационный комплекс массового развития и непрерывного контроля компетентности работников. Видеоинформационный комплекс легко встраивается в действующую систему управления охраной труда (СУОТ) горного предприятия, позволяет проводить обучение без отрыва от производства и формирует многоуровневые потоки информации об уровне компетентности работников для принятия управленческих решений.

В четвертой главе проведен анализ массового внедрения видеоинформационного комплекса на предприятиях угольной промышленности; проведены экспериментальные исследования влияния предсменного экспресс-обучения-тестирования работников на их компетентность. Установлена эмпирическая зависимость между уровнем компетентности работников и числом травмированных. В рамках одной компании экспериментально доказано, что на тех предприятиях, где применялся видеоинформационный комплекс, произошло большее снижение травматизма по сравнению с теми предприятиями, где видеоинформационный комплекс не применялся.

В заключении сформулированы основные результаты исследования, выводы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Основные результаты исследования отражены в следующих защищаемых положениях:

1. Программно-методический модуль предсменного экспресс-обучения-тестирования работников в сфере охраны труда, учитывающий законы восприятия и усвоения информации, позволяет обеспечить персональное непрерывное развитие компетентности и контроль профессиональной пригодности работников.

Программно-методического модуль (далее – модуль) создан с целью значительного снижения производственного травматизма, обусловленного человеческим фактором, за счет массового внедрения в сознание работников навыков безопасного выполнения технологических операций, правильных действий в экстремальных ситуациях.

Человеческий фактор – совокупность качественных характеристик работника, одним из важнейших элементов которых является компетентность. Причем компетентность работника в сфере охраны труда является универсальной мерой человеческого фактора. Поэтому в дальнейшем мы будем оперировать понятием компетентность.

Анализ нормативной документации (ЕТКС, профессиональных стандартов, должностных инструкций), методов организации производства и т. д. позволил сформулировать требования к компетентности работника. В зависимости от выполняемой трудовой функции, должности или отрасли каждому работнику требуется особый набор и объем компетенций – знаний, умений, навыков для выполнения им трудовых обязанностей. Исходя из этого сформулировано определение требуемой компетентности.

Требуемая компетентность работника – это необходимые профессиональные знания, умения, навыки, достаточные для выполнения работником трудовой функции с соблюдением требований охраны труда.

Нами предложены уровни требуемой компетентности работников (таблица 1).

Таблица 1 – Уровни требуемой компетентности

Уровень требуемой компетентности	Процент правильного решения задач по ОТ
Компетентен	Больше 90
Малокомпетентен	80–90
Некомпетентен	меньше 80

Исходя из законов памяти, восприятия информации, норм законодательства, трудового распорядка, сформулированы основные требования к модулю, выполнение которых обеспечит достижение требуемой компетентности, а также поддержание ее на необходимом уровне.

В модуле должны использоваться интерактивные методы обучения безопасным методам и приемам выполнения работ, с широким использованием фото-видео-материалов безопасного выполнения производственных операций. Работникам должны демонстрироваться возможные последствия «правильных» и «неправильных» действий.

С учетом этих требований разработан **программно-методический модуль**, в состав которого входят 2 основных элемента: «Предсменное экспресс-обучение-тестирование работника» и «Дополнительное экспресс-обучение-тестирование работника».

На рисунке 1 представлена упрощенная схема функционирования модуля.

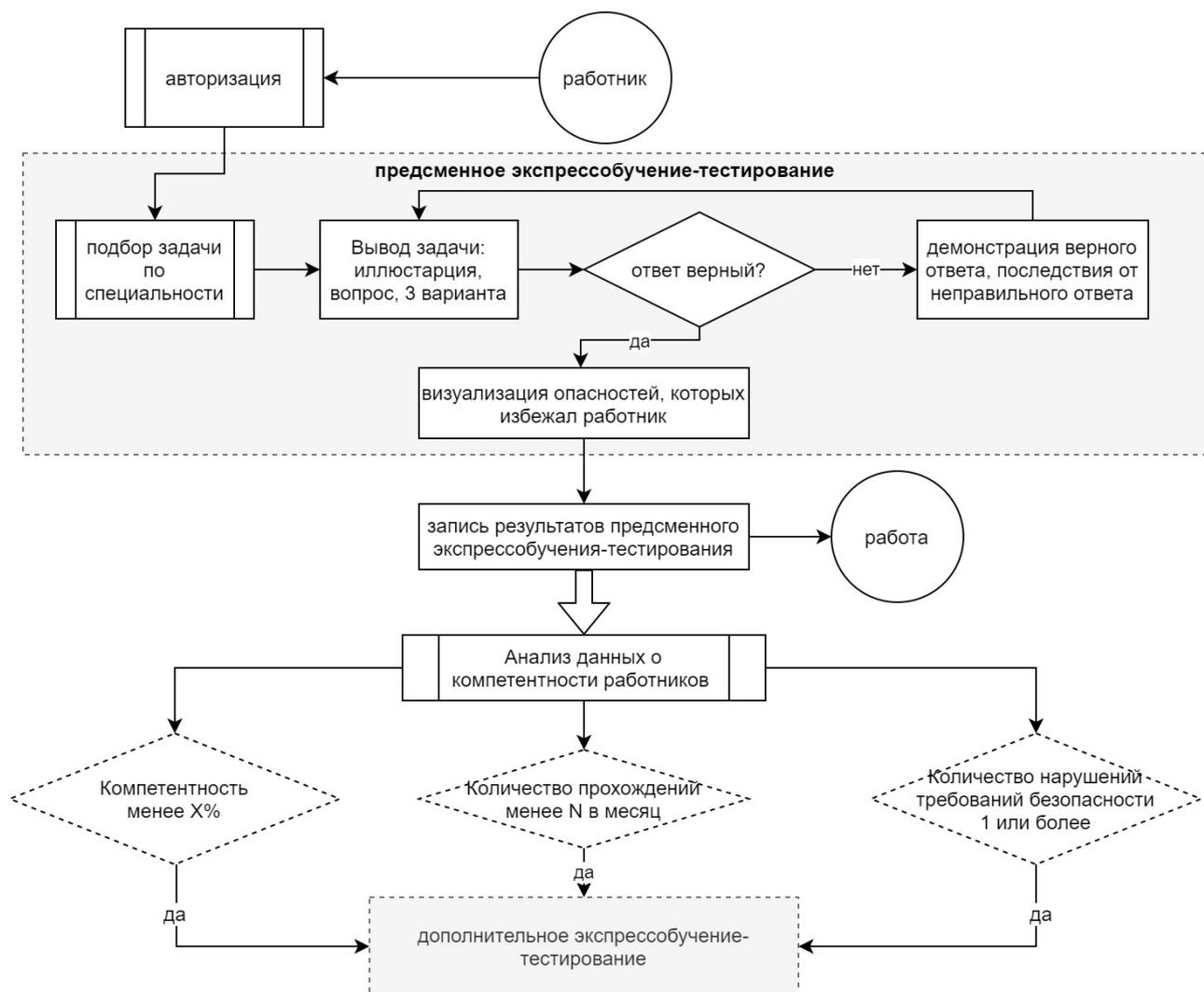


Рисунок 1 – Упрощенная схема функционирования модуля

Алгоритм предсменного экспресс-обучения-тестирования работника – решение работником перед началом смены одной задачи по безопасности труда.

Работник проходит идентификацию посредством ввода табельного номера или используя карту доступа. Далее автоматически определяется его специальность и в зависимости от этого назначается одна задача.

Задача состоит из иллюстрации, вопроса и трех вариантов ответа.

При правильном решении:

1. Работнику демонстрируются (путем визуализации) опасности, которые он избежал;

2. Работник допускается к работе.

При неправильном решении происходит автоматическая корректировка компетентности (экспресс-обучение) работника:

1. Демонстрируются (путем визуализации) развитие опасной ситуации и ее последствия, которые произойдут в результате неправильных действий, а именно: вред здоровью, повреждения, травмы, а также воздействующие при этом на работника вредные факторы;

2. Дается правильное решение задачи;

3. Задача повторяется до тех пор, пока работник не ответит правильно;

4. После правильного ответа работнику демонстрируются (путем визуализации) опасности, которых он избежал;

5. Работник допускается к работе.

В среднем прохождение предсменного экспресс-обучения-тестирования занимает у работника 20 секунд – при правильном ответе и 40 секунд – при неправильном ответе.

На основании анализа актов расследования несчастных случаев, вреда здоровью подготовлена структурированная библиотека визуализаций последствий развития опасной ситуации.

Алгоритм дополнительного экспресс-обучения-тестирования – расширенное экспресс-обучение-тестирование с решением нескольких задач по безопасности труда.

Дополнительное экспресс-обучение-тестирование назначается:

- при низком уровне компетентности менее 80 %;
- при долгом отсутствии на рабочем месте;
- при нарушении требований охраны труда.

Как показали результаты исследований, применение модуля позволило достичь и поддерживать требуемый уровень компетентности работников в области безопасности труда за счет использования инновационных технологий персонального обучения работников по индивидуальным программам в зависимости от их трудовой функции.

2. Многоуровневый компьютерный видеоинформационный комплекс, интегрируемый в систему управления охраной труда, позволяет обеспечить массовое управление компетентностью работников, определять их профессиональную пригодность и принимать необходимые решения на разных уровнях управления охраной труда

Видеоинформационный комплекс, ключевым элементом которого является программно-методический модуль предсменного экспрессобучения-тестирования, создан с целью снижения травматизма за счет массового ежесменного обучения для поддержания требуемой компетентности работников непосредственно на рабочем месте с учетом их трудовой функции.

В связи с этим и на основании выполненного анализа систем управления охраной труда в угольной промышленности, требований законодательства в

диссертационной работе определены основные требования к разработке видеoinформационного комплекса:

- автоматизация системы управления компетентностью работников в сфере охраны труда;
- перенос непрерывного обучения на рабочее место с использованием программно-методического модуля для предсменного экспресс-обучения-тестирования работников в сфере охраны труда;
- интегрирование видеoinформационного комплекса в СУОТ, действующую на предприятиях угольной промышленности, и формирование потоков информации по различным уровням управления.

С целью автоматизации системы управления компетентностью при активном участии автора была создана компьютерная программа, которая позволяет осуществлять непрерывный обмен информацией между различными компьютерными системами, используемыми на предприятии.

На рисунке 2 представлена упрощенная схема функционирования видеoinформационного комплекса.

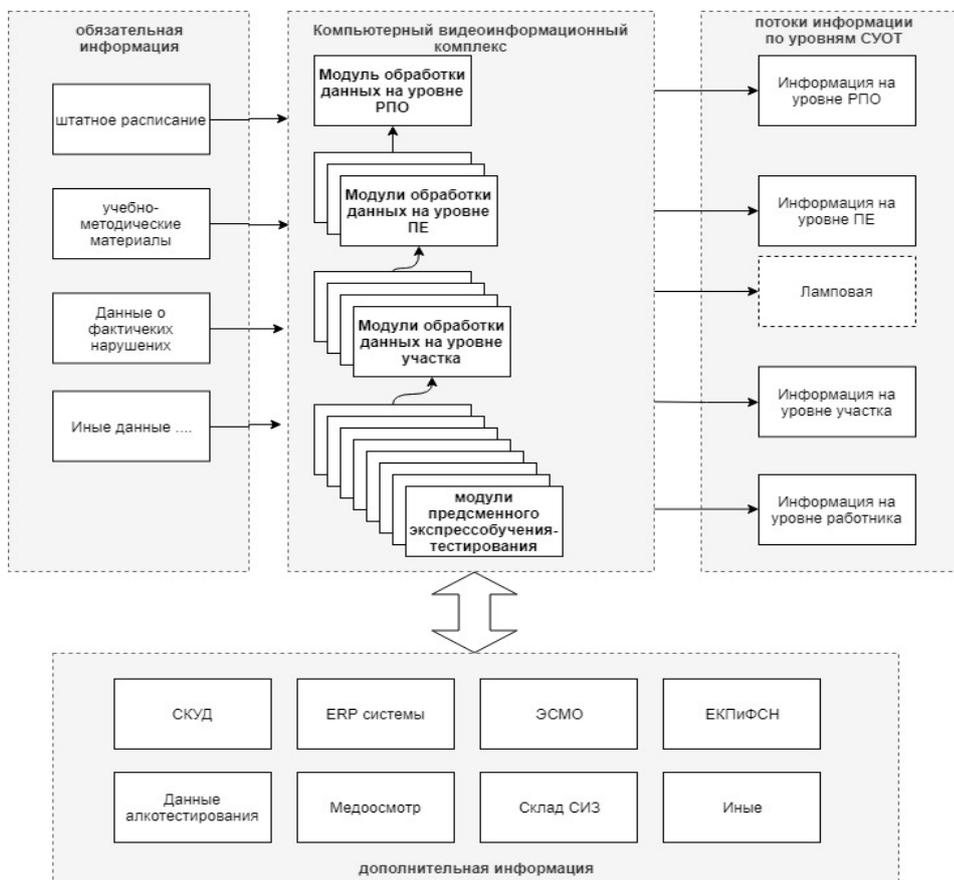


Рисунок 2 – Упрощенная схема функционирования видеoinформационного комплекса

В центральной части рисунка изображены программно-методические модули видеoinформационного комплекса, расположенные в зависимости от уровней управления. Данные модули работают с учетом специфики конкретного уровня (работника, участка, производственной единицы (ПЕ), регионального производственного объединения (РПО)): трудовой функции,

штатного расписания на участках, ПЕ и РПО. Фактически данные модули располагаются на рабочих местах – в местах выдачи наряда, ламповых и т. д., число их не ограничено.

Все работники перед началом смены массово ежемесячно проходят предсменное экспресс-обучение-тестирование, таким образом, обучение происходит непосредственно на рабочем месте.

В левой части рисунка 2 отражена обязательная входная информация, необходимая для функционирования видеоинформационного комплекса:

- штатное расписание, где содержится информация о работниках, выходах, стаже, должностях и т. д.;
- учебно-методические материалы, на основе которых формируется учебные задачи для предсменного и дополнительного экспресс-обучения-тестирования;
- данные о фактических нарушениях работником требований охраны труда для автоматического назначения таким работникам дополнительного экспресс-обучения-тестирования;

В нижней части рисунка 2 отражена дополнительная входная информация, расширяющая возможности функционирования видеоинформационного комплекса. Для интеграции с действующими информационными системами предусмотрен обмен информацией между видеоинформационным комплексом и данными системами: данные о средствах индивидуальной защиты (СИЗ), о медосмотрах (в т. ч. об алкотестировании), о выданных нарядах, взаимодействие с ERP-системами (планирование ресурсов предприятия), системами контроля доступа и т. д.

На основании проведенного структурно-функционального анализа обязанностей и ответственности на каждом из уровней управления охраной труда угольных предприятий установлено, что оптимальным является распределение потоков информации по 4 уровням: уровень работника, уровень участка (цеха), уровень производственной единицы, уровень регионального производственного объединения.

На уровне работника комплекс позволяет сформировать следующую информацию:

- история изменения компетентности работника в течение года;
- пояснения и рекомендации к уровню компетентности работника;
- показатель компетентности в прошедшем месяце.

На уровне участка комплекс позволяет сформировать следующую информацию:

- сводные данные по усредненному уровню компетентности работников в виде таблицы по участку в целом;
- списки работников, автоматически направленных на дополнительное экспресс-обучение-тестирование;
- все данные по персональным уровням компетентности работников;
- список работников, устойчиво имеющих низкий уровень компетентности.

На уровне производственной единицы комплекс позволяет сформировать следующую информацию:

- сводные данные по усредненному уровню компетентности работников в виде графиков по предприятию в целом;
- сводные данные по усредненным уровням компетентности работников по участкам и по предприятию в целом;
- сводные данные о численности работников, автоматически направленных на «дополнительное экспресс-обучение-тестирование», по участкам и предприятию в целом.

На уровне РПО комплекс позволяет сформировать следующую информацию:

- сводные данные по усредненному уровню компетентности работников по всем производственным единицам и компании в целом;
- сводные данные по усредненным уровням компетентности работников по участкам и по предприятию в целом;
- сводные данные о численности работников, автоматически направленных на «Дополнительное экспресс-обучение-тестирование» по участкам и предприятию в целом;
- поданные работниками сведения о замеченных нарушениях требований охраны труда и промышленной безопасности (ОТ и ПБ) и мерах, принятых руководителями производственной единицы по устранению этих замечаний;
- данные о средней компетентности работников для каждой производственной единицы и компании в целом;
- коэффициенты смертельного травматизма, частоты травматизма;
- данные о сдаче предсменного тестирования с разбивкой данных по производственным единицам.

Видеоинформационный комплекс является открытой для пользователя системой, позволяет самостоятельно формировать контент (опросы, вопросы, осуществлять информирование о несчастных случаях и другие оповещения). Число модулей, специальностей, работников неограниченно и может варьироваться в зависимости от масштабов горного предприятия.

Для обеспечения работы видеоинформационного комплекса при активном участии автора разработано специальное программное обеспечение, зарегистрированное в государственном реестре программ ЭВМ № 2015610352 «Комплекс развития и контроля компетентности работников в соответствии с требованиями безопасности труда».

Программа представляет собой клиент-серверное приложение. Для обеспечения интеграции с периферийными устройствами (алкотестеры, камеры и др.). Клиент-серверная структура позволяет интегрировать видеоинформационный комплекс в любую автоматизированную СУОТ, действующую на предприятии, обеспечить взаимодействие с внешними программами и базами данных. Клиентская часть программного обеспечения, устанавливаемая на вандалоустойчивые терминалы, позволит организовать

массовое предсменное экспресс-обучение-тестирование непосредственно на рабочем месте.

Таким образом, в соответствии с основными требованиями создан многоуровневый компьютерный видеoinформационный комплекс, интегрируемый в систему управления охраной труда, взаимодействующий с внешними системами и устройствами, обеспечивающий массовое управление компетентностью работников непосредственно на рабочем месте с учетом их трудовой функции.

3. Массовое предсменное экспресс-обучение-тестирование предприятий на основе видеoinформационного комплекса позволяет обеспечить снижение травматизма и рост компетентности работников в сфере охраны труда.

Внедрение видеoinформационного комплекса началось в 2015 году с одной компании и 7 предприятий, которые относятся к особо опасным производствам. Это связано с тем, что показатели травматизма на горных предприятиях наиболее высокие, а видеoinформационный комплекс, направленный на повышение компетентности работников, способствует понижению уровня травматизма. К настоящему моменту видеoinформационный комплекс внедрен в 12 компаниях и более чем на 50 предприятиях. За это время количество используемых терминалов увеличилось с 97 до 325, количество учебных задач – с 990 до 20100 штук, ежедневно экспресс-обучения-тестирования проходят 10–13 тыс. работников.

Созданное и внедренное при участии автора программное обеспечение продемонстрировало свою гибкость. По просьбе предприятий возможности видеoinформационного комплекса были дополнены за счет: предсменного алкотестирования работников; фотофиксации работников, сдающих тесты; интеграции с комплексами ЭСМО (электронными системами медицинских осмотров); интеграции с ПО «Единая книга предписаний и формирования сменных нарядов», который использует информацию о компетентности работников при выдаче наряда и формировании звена (бригады).

Работники служб охраны труда предприятий самостоятельно формируют учебные задачи, проводят с помощью видеoinформационного комплекса предсменные опросы, осуществляют информирование о произошедших несчастных случаях.

В отчетах по уровням управления представлены аналитические данные, а также рекомендации по необходимым действиям.

Более подробно рассмотрим результаты исследования влияния работы видеoinформационного комплекса на компетентность работников АО «СУЭК-Кузбасс», где внедрение началось в 2015 году.

Изучение распределения пострадавших работников по группам компетентности за 2016–2018 гг. (среди тех, кто проходил предсменное экспресс-обучение-тестирование) позволило установить взаимосвязь между травматизмом и компетентностью работников в сфере охраны труда и показало что:

- частота травмирования малокомпетентных работников выше частоты травмирования компетентных в 2 раза;
- частота травмирования некомпетентных работников выше частоты травмирования компетентных в 6,7 раза.

Эти расчеты косвенно подтверждают обоснованность предложенных диссертантом критериев для определения уровня компетентности.

Учитывая полученные цифры, важно отметить, что в результате использования видеоинформационного комплекса в компании АО «СУЭК-Кузбасс», доля компетентных (менее травмоопасных) работников увеличилась с 40 % до 70 %, доля некомпетентных (более травмоопасных) упала с 30 % до 10 % (рисунок 3).

Таким образом, мы видим, что практическое использование технологии экспресс-обучения-тестирования повышает компетентность работников в области безопасности труда.



Рисунок 3 – Соотношение долей компетентных и некомпетентных работников АО «СУЭК-Кузбасс» по годам за период 2016-2018 гг.

Эти данные аппроксимируются следующими кривыми: «компетентные» – формулой (1), «некомпетентные» – формулой (2).

$$y = a + be^{-x}, \quad (1)$$

где $a = 4,33$; $b = -2,23 \cdot 10^{875}$; коэффициент детерминации 0,99;

$$Y^{-1} = a + \frac{bx}{\ln(x)}, \quad (2)$$

где $a = -77,33$; $b = 0,29$; коэффициент детерминации 0,99.

В ходе исследования проведена оценка доли человеческого фактора в причинах травматизма на предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс».

Установлено что доля человеческого фактора в 2014 году составляла приблизительно 72–82 %, в 2015 году, – 62–72 %. Таким образом, после внедрения видеоинформационного комплекса, доля человеческого фактора снизилась в 2015 году по сравнению с 2014 годом в среднем на 10 %.

Внедрение видеоинформационного комплекса на производственных единицах АО «СУЭК-Кузбасс» происходило в два этапа. На первом этапе в

2015 году видеоинформационным комплексом оснащались только предприятия подземной добычи каменного угля, остальные предприятия компании комплексом не оснащались. С целью анализа эффективности работы видеоинформационного комплекса, автор провел сравнение показателей травматизма между этими двумя крупными группами предприятий, находящихся в сфере одной системы управления охраной труда, с примерно одинаковой средней численностью работников (рисунок 4).

Статистические данные, характеризующие травматизм в компании АО «СУЭК-Кузбасс» за период 2014–2018 гг. как на предприятиях, осуществляющих подземную добычу каменного угля (видеоинформационный комплекс внедрен), так и в других подразделениях компании (видеоинформационный комплекс не внедрен), приведены на рисунке 4.



Рисунок 4 – Статистические данные, характеризующие травматизм на АО «СУЭК-Кузбасс» за период 2014–2018 гг.

Эти данные аппроксимируются следующими кривыми: «не установлен комплекс» – формулой (3), «установлен комплекс» – формулой (4).

$$\ln(y) = a + bx^2 \ln(x) + \frac{c \ln(x)}{x^2}, \quad (3)$$

где $a = -93156,5$; $b = 0,0014$; $c = 2,65 \cdot 10^{10}$; коэффициент детерминации 0,98;

$$y = a + b * \ln(x) + \frac{c}{x^{0.5}} + de^{-x}, \quad (4)$$

где $a = 7,27e+08$, $b = -75700023$, $c = -6,8 \cdot 10^9$, $d = 2,49 \cdot 10^{876}$, коэфф. детерм. 0,99.

Как мы видим на графике, изначально в 2014 году (до внедрения) общий травматизм на предприятиях подземной добычи был почти в три раза выше общего травматизма в других подразделениях компании.

Из графиков, приведенных на рисунке 4, следует, что на предприятиях подземной добычи, где был внедрен видеоинформационный комплекс, в течение двух лет произошло резкое снижение травматизма (в 2,5 раза), который также продолжал снижаться уже более низкими темпами и в последующие годы. В общей сложности с 2014 по 2018 г. травматизм на предприятиях

подземной добычи снизился более чем в 3 раза. В то же время уровень травматизма на предприятиях, где видеоинформационный комплекс не был установлен, за тот же самый период оставался практически неизменным.

В 2018 году показатели травматизма угольных предприятий, изначально более высокие, достигли показателей травматизма остальных предприятий компании. Опираясь на эти результаты с 2019 года началось оснащение видеоинформационным комплексом других подразделений компании АО «СУЭК-Кузбасс».

Проведённый анализ экспериментальных данных по травматизму подтверждает то, что видеоинформационный комплекс действительно эффективно обеспечивает снижение травматизма.

В заключение сопоставим два подхода к снижению травматизма.

Первый подход традиционный – «от достигнутого уровня», когда ставится цель снижать травматизм в течение каждого года на определенное количество процентов, допустим, на 10 %. Второй подход – используется системой управления охраной труда АО «СУЭК-Кузбасс», в котором одним из мероприятий, направленных на снижение травматизма, является массовое проведение экспресс-обучения-тестирования работников.

Результаты такого сопоставления представлены на рисунке 5. Вертикальная ось построена с учетом традиционного подхода и показывает уровень травматизма в процентах от исходного уровня, который выбран как 100 %. На горизонтальной оси откладываются годы за произвольный период.

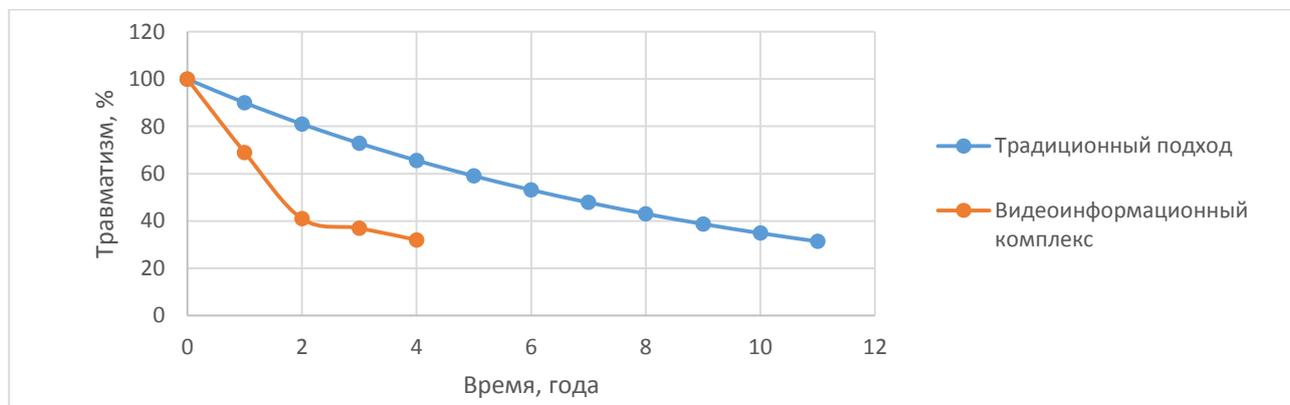


Рисунок 5 – Сравнение темпов снижения травматизма за произвольный период

На рисунке приведены два графика. Первый график иллюстрирует традиционный подход и построен по формуле (5), второй график аппроксимируется формулой (6):

$$y = 100 * 0,9^x, \quad (5)$$

где X изменяется от 0 до 12;

$$y = a + b \left(\operatorname{atan} \left(\frac{x-c}{d} \right) + \frac{\pi}{2} \right) / \pi, \quad (6)$$

где a = 26,5, b = 89,11, c = 0,95, d = -0.63, коэффициент детерминации 0,99.

При помощи элементарных расчетов можно установить, что традиционный подход обеспечит выход на 50%-ный уровень травматизма через 6–7 лет, а на 30%-ный – через 11–12 лет.

Второй график показывает фактические данные темпов снижения суммарного травматизма на тех предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс», где используется видеoinформационный комплекс. Достижение 50%-ного уровня травматизма происходит в течение 1–2 лет, выход на 30%-ный уровень достигается через 3–4 года.

Таким образом, видеoinформационный комплекс обеспечивает более высокие темпы снижения травматизма, в результате чего для достижения одинаковых результатов видеoinформационному комплексу требуется гораздо меньше времени, причем этот выигрыш составляет от трех до десяти лет.

Таким образом, установлено, что практическое применение видеoinформационного комплекса (в т. ч. технологии экспресс-обучения-тестирования) повышает компетентность работников в области безопасности труда. Экспериментально доказано, что наибольшим риском травматизма обладают люди с низкой компетентностью в области безопасности труда; рост компетентности в области безопасности труда ведет к снижению уровня травматизма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи разработки компьютерного видеoinформационного комплекса непрерывного развития компетентности работников угольных предприятий в сфере охраны труда, имеющая существенное значение для обеспечения охраны труда в горной промышленности.

Основные научные и практические результаты исследования, выводы, полученные в результате исследований, заключаются в следующем:

1. Программно-методический алгоритм обеспечивает скоростное обучение и тестирование работников в сфере охраны труда, что позволяет проводить обучение перед сменой в течение 20–40 секунд.

2. Модуль обеспечивает оценку уровня компетентности и эффективное обучение за счет соответствующих комментариев и визуализации причинно-следственной связи нарушения и его последствий.

3. Видеoinформационный комплекс организует потоки информации связанной с экспресс-обучением-тестированием по 4 уровням: уровень работника, уровень участка, уровень производственной единицы, уровень РПО.

4. Интеграция в систему управления охраной труда видеoinформационного комплекса позволяет организовать массовое обучение работников, анализ и принятие своевременных решений по корректировке компетентности работников на различных уровнях управления.

5. Доказано, что практическое использование технологии экспресс-обучения-тестирования обеспечивает рост компетентности работников в

области безопасности труда, что приводит к снижению доли человеческого фактора в травматизме. Получено международное признание данной технологии.

6. Доказано, что масштабное применение технологии экспресс-обучения-тестирования обеспечивает снижение травматизма в 2,5–3 раза в течение 3 лет.

Научные публикации по теме диссертации

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России

1. Ворошилов С.П. Применение видеоинструктажей по охране труда на предприятиях угольной промышленности / С.П. Ворошилов, Г.Е. Седельников // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2008. – № 2. – С. 184–186.

2. Ворошилов С.П. Интерактивные программы обучения охране труда // С.П. Ворошилов, Г.Е. Седельников // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2009. – № 1. – С. 85–87.

3. Фомин А.И. Новые подходы к созданию Системы выявления и управления профессиональными рисками / А.И. Фомин, Е.В. Макарова, Г.Е. Седельников // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2009. – № 2. – С. 80–85.

4. Фомин А.И. Система выявления и управления профессиональными рисками / А.И. Фомин, Е.В. Макарова, Г.Е. Седельников // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2009. – № 6. – С. 140–142.

5. Седельников Г.Е. Компетентность в сфере охраны труда / Г.Е. Седельников // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2010. – № 1. – С. 153–155.

6. Фомин А.И. Профессиональный риск: выявление, оценка, управление / А.И. Фомин, Е.В. Макарова, Ю.С. Войтенкова, Г.Е. Седельников // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2010. – № 2. – С. 112–115.

7. Фомин А.И. Оценка компетентности работников с учетом аттестации рабочих мест / А.И. Фомин, С.П. Ворошилов, Е.В. Макарова, Г.Е. Седельников // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2011. – № 1. – С. 53–57.

8. Седельников Г.Е. Повышение компетентности работников в области охраны труда с использованием мультимедийных стереоскопических технологий / Г.Е. Седельников // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2011. – № 1. – С. 104–107.

9. Седельников Г.Е. Компетенции и компетентность персонала в сфере охраны труда и промышленной безопасности. Оценка компетентности / Г.Е. Седельников // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2014. – № 2. – С. 138–143.

10. Седельников Г.Е. Человеческий фактор в охране труда / Г.Е. Седельников // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2015. – № 1. – С. 82–85.

11. Лисовский В.В. Практическое использование методики количественной оценки рисков травматизма «Вероятность – Вред – Риск» (ВВР) на примере АО «СУЭК-Кузбасс» / В.В. Лисовский, Ю.М. Иванов, А.С. Ворошилов, Г.Е. Седельников, Ли Хи Ун // Уголь. – 2018. – № 12. – С. 41–46.

12. Седельников Г.Е. Внедрение технологии цифрового обучения для повышения качества обучения работников охране труда / Г.Е. Седельников, А.И. Фомин, А.М. Ермолаев, Е.А. Петров // Безопасность труда в промышленности. – 2019. – № 1. – С. 62–66.

Статьи в других рецензируемых научных изданиях и сборниках трудов

13. Ворошилов С.П. Видеоинструктажи / С.П. Ворошилов, Р.И. Стецкович, Г.Е. Седельников // Охрана труда. Практикум. Москва. – 2009. – № 61. – С. 87–92.

14. Фомин А.И. Пути снижения профессионального риска / А.И. Фомин, Е.В. Макарова, Г.Е. Седельников // Сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири». Кемерово: КузГТУ, Том I, 2010. – С. 230–233.

15. Фомин А.И. Новые подходы и порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда / А.И. Фомин, Е.В. Макарова, Г.Е. Седельников // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах: сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции. – Кемерово: КузГТУ, Том I, 2009. – С. 236–244.

16. Ворошилов С.П. Концептуальные подходы к созданию системы выявления и управления профессиональными рисками / С.П. Ворошилов, Е.В. Макарова, Г.Е. Седельников // Национальная стратегия снижения профессиональных рисков и создания безопасных условий труда на рабочих местах: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. – Москва: Минздравсоцразвития РФ, 2009. – С. 89–93.

17. Фомин А.И. Мультимедийные стереоскопические технологии как инструмент повышения компетентности работников в области охраны труда / А.И. Фомин, Г.Е. Седельников // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах: сборник материалов IX Международной научно-практической конференции. – Кемерово: КузГТУ, 2011. – С. 121–125.

18. Седельников Г.Е. Практическое применение видеoinформационных технологий в безопасности труда / Г.Е. Седельников // Безопасность и охрана труда БИОТ. – Москва: Специализированное издание, 2015. – 1 (62). – С. 13–16.

19. Седельников Г.Е. Новые технологии – в практику / Г.Е. Седельников // Охрана труда. Практикум. Москва. – 2015. – № 8. – С. 24–29.

20. Седельников Г.Е. Современные технологии обучения, развития и контроля компетентности в сфере безопасности / Г.Е. Седельников // «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2018»: сборник

материалов XVII Международной научно-практической конференции. – Кемерово: КузГТУ, 2018. – Кемерово, 2018. – С. 506.1–506.7.

21. Фомин А.И. Современные технологии обучения работников безопасным методам и приемам выполнения работ / А.И. Фомин, Г.Е. Седельников // Материалы XII Международной научной конференции «Инновации в технологиях и образовании», 22–23 марта 2019 г., филиал КузГТУ, г. Белово. – Белово, 2019. – С. 205–210.

22. Фомин А.И. Обучение работников безопасным приемам выполнения технологических операций с использованием технологий виртуальной реальности / А.И. Фомин, Г.Е. Седельников // Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Россия молодая», 16–19 апреля 2019 г., КузГТУ, г. Кемерово. – Кемерово, 2019. – С. 10112.1–10112.6.

23. Седельников Г.Е. Новый подход к обучению / Г.Е. Седельников, С.П. Ворошилов, А.И. Фомин // Охрана труда и социальное страхование. – 2019. – № 5. – С. 81–89.

24. Седельников Г.Е. Компетентность работников – основа безопасности труда горняков / Г.Е. Седельников, А.И. Фомин // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. – 2020. – № 1. – С. 55–58.

25. Фомин А.И. Повышение эффективности обучения работников требованиям охраны труда – залог сохранения жизни и здоровья шахтеров / А.И. Фомин, Г.Е. Седельников // Материалы XIII Международной научной конференции «Инновации в технологиях и образовании», 26–27 марта 2020 г., филиал КузГТУ, г. Белово. – Белово, 2020. – С. 247–250.

Свидетельства о регистрации программ

26. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015610352 / Ворошилов С.П. Седельников Г.Е. – дата регистрации 2 января 2015., Комплекс развития и контроля компетентности работников в соответствии с требованиями безопасности труда.

27. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017661421 / Ворошилов С.П., Седельников Г.Е., Есипенко А.Ю. – дата регистрации 12 октября 2017 г., Программа-клиент, обеспечивающая возможность проведения предсменного обучения, алкотестирования и фотофиксации.

Подписано в печать 25.09.2020
Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе.

Объем 1,32 п.л. Тираж 100 экз.

Отпечатано с готового авторского макета ООО "Лаки Тревел СВЛ"
650002, г. Кемерово, ул. Институтская, д.1, оф. 143, т. (3842) 900-328