

Лукьянов Илья Анатольевич

**РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ НА ПРИМЕРЕ
ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА**

Специальность 05.26.03 – «Пожарная и промышленная безопасность
(нефтегазовый комплекс)»

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2013

Работа выполнена в Закрытом акционерном обществе «ТЕРМИКА».

Научный руководитель:

Кандидат технических наук, доцент **Гонтаренко Александр Федорович.**

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор Буйновский Станислав Николаевич

Кандидат технических наук, доцент Цирин Игорь Викторович

Ведущая организация:

Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, г. Москва.

Защита состоится «03» октября 2013 года в 11 часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д 355.001.01 при Научно-техническом центре исследований проблем промышленной безопасности по адресу: 105082, г. Москва, Переведеновский пер., д. 13, стр. 14 (тел. для справок (495) 620-47-50).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Научно-технического центра исследований проблем промышленной безопасности.

Автореферат разослан «28» августа 2013 года.

Ученый секретарь

диссертационного совета

кандидат технических наук

Гражданкин А.И.

Одним из приоритетных направлений государственной политики в области создания условий для устойчивого социально-экономического развития Российской Федерации, является обеспечение защищенности личности и общества от техногенных аварий и их последствий. Ключевую роль при достижении этой цели играет эффективное управление промышленной безопасностью опасных производственных объектов (далее – ОПО), как со стороны государства – через установление федерального государственного надзора в области промышленной безопасности, осуществляемого Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (далее – Ростехнадзор), так и через производственный контроль, проводимый эксплуатирующими организациями. От эффективности производственного контроля зависит уровень промышленной безопасности, который определяется в числе различных факторов, показателями аварийности и травматизма на ОПО.

Согласно ежегодным отчетам Ростехнадзора за период 2005-2012 гг. на объектах нефтегазодобычи, магистрального трубопроводного транспорта, газораспределения и газопотребления, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности произошло 812 аварий и зарегистрировано 333 несчастных случая со смертельным исходом. Расследование технических причин аварий показало, что основными из них являются:

- недостаточный контроль со стороны технических служб организаций за состоянием оборудования;
- неудовлетворительная организация работ повышенной опасности;
- несоблюдение исполнителями технологии производства работ, ошибки, совершаемые персоналом при их выполнении;
- использование оборудования, не соответствующего проектным решениям и требованиям промышленной безопасности;
- применение во взрывоопасных зонах приборов без взрывозащиты.

Все перечисленные причины обусловлены отсутствием и низкой эффективностью производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности, который, в соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (далее – Закон), должен осуществляться во всех организациях, эксплуатирующих ОПО, и включать контроль за соблюдением организационных требований промышленной безопасности, в том числе проведение обучения и инструктажей персонала, а так же контроль за соблюдением технических требований промышленной безопасности (внутренний контроль, технический аудит).

Одним из способов повышения действенности производственного контроля и, как следствие, снижения уровня аварийности и травматизма, может стать применение информационных систем для проведения внутреннего контроля и инструктажей персонала для допуска к выполнению работ на ОПО.

Актуальность диссертационного исследования обусловлена необходимостью повышения уровня промышленной безопасности в организациях нефтяной и газовой промышленности за счет повышения действенности производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности.

Предмет исследования – методики и подходы к проведению внутреннего контроля за соблюдением требований промышленной безопасности и инструктажей для допуска персонала к выполнению работ на ОПО, основанные на применении информационных систем.

Цель работы – повышение качества осуществления производственного контроля за счет применения информационных систем, в части проведения внутреннего контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на ОПО и инструктажей по промышленной безопасности на примере объектов нефтяной и газовой промышленности.

Для достижения поставленной цели решались следующие **основные задачи**:

- анализ основных проблем при осуществлении производственного контроля на объектах нефтегазового комплекса в части блоков внутреннего контроля и инструктажей персонала для допуска к выполнению работ на ОПО;
- разработка методики проведения внутреннего контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на ОПО с использованием информационных систем;
- разработка методических и организационных подходов проведения инструктажей для допуска персонала к работе на ОПО;

Методы исследования. Для решения поставленных задач использованы методы описания, системного анализа, математической статистики, теории графов и теории принятия решений, искусственного интеллекта, в частности – искусственных нейронных сетей. При разработке и проектировании информационных систем использованы методы объектно-ориентированного проектирования и программирования, теория алгоритмов, элементы теории сложности.

Основу исследования составили труды ученых и специалистов в области регулирования и обеспечения промышленной безопасности, в числе которых: В.И. Сидоров, А.С. Печеркин, Е.В. Кловач, М.В. Лисанов, Ю.Ф. Карабанов, А.Ф. Гонтаренко, Е.В.Глебова, А.А. Агапов, М.Ю. Елизарьева, А.Г. Цицин, а так же в области искусственного интеллекта, искусственных нейронных сетей, принятия решений, к которым относятся: В.Н. Вапник, С.Д. Кулик, А.Н. Колмогоров, С. Хайкин, Дж. Мак, Дж. Платт.

Эмпирическую основу работы составили официальные данные ежегодных отчетов Ростехнадзора, акты расследования аварий, предписания, выдаваемые при осуществлении федерального государственного надзора в области промышленной безопасности, существующие информационные системы, используемые в близких областях и для аналогичных целей.

Научная новизна. По итогам диссертационной работы, по двум рассматриваемым блокам производственного контроля, – внутреннего контроля и инструктажей для допуска персонала к выполнению работ на ОПО, – получены следующие результаты:

1. Предложена и научно обоснована методика осуществления внутреннего контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на ОПО, основанная на применении информационных систем.
2. В целях планирования устранения нарушений требований промышленной безопасности, выявляемых в ходе внутренних проверок, проводимых с применением информационных систем, впервые использованы методы искусственного интеллекта.
3. Разработаны алгоритмы проведения внутреннего контроля на примере объектов нефтегазового комплекса, описанные средствами опросных графов.
4. Разработаны методические и организационные подходы применения информационных систем для планирования, проведения и оформления результатов инструктажей по промышленной безопасности.

Практическая ценность. Результаты диссертационной работы позволяют оптимизировать процедуры проведения внутреннего контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на ОПО и инструктажей по промышленной безопасности и повысить их качество.

Апробация работы. Материалы работы докладывались на следующих конференциях, выставках и прочих мероприятиях: XIX международная конференция «Информатизация и информационная безопасность правоохранительных органов» (май 2010г.); IX Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение» НКП-2011 (март 2011г.); Научная сессия НИЯУ МИФИ-2010, Научная сессия НИЯУ МИФИ-2011,

Научная сессия НИЯУ МИФИ-2012 (2010-2012г.); 3-я Международная научно-практическая конференция «Теория и практика судебной экспертизы в современных условиях» (январь 2011г.); VIII заседание Комитета по промышленной безопасности Общественной Общероссийской организации «Деловая Россия» (март 2013г.), посвященное вопросам повышения уровня промышленной безопасности на опасных производственных объектах; IV Международная выставка и конференция по безопасности и охране труда в ТЭК «SAPE-2013» (апрель 2013г.).

Публикации. Основные результаты исследований изложены в 6 печатных работах, среди которых: 3 статьи в ведущих рецензируемых журналах из перечня ВАК, и одна монография, состоящая из трех томов.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 93 наименований, двух приложений, содержит 145 страниц текста, включая 6 таблиц и 55 рисунков.

Содержание работы

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, рассмотрены основные причины аварийности и травматизма на ОПО предприятий нефтяной и газовой промышленности, сформулированы основные цели и задачи работы, связанные с необходимостью повышения качества осуществления производственного контроля в части проведения внутреннего контроля и инструктажей работников. Обоснована научная новизна и практическая ценность полученных результатов.

В первой главе приведен обзор нормативных документов в исследуемой сфере, а так же проанализирован опыт осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности в Российской Федерации и зарубежный опыт осуществления внутреннего контроля на объектах нефтегазовой отрасли. Выполнен анализ существующих информационных систем для проведения внутреннего контроля на ОПО. Показана целесообразность разработки методики проведения и

оформления результатов внутреннего контроля на ОПО с применением информационных систем.

В соответствии с последней редакцией Закона (от 04.03.2013), часть ОПО нефтегазовой отрасли после перерегистрации и классификации будет отнесено к ОПО I и II класса опасности. Для таких объектов предусмотрено создание в организациях, эксплуатирующих ОПО, систем управления промышленной безопасностью (далее – СУПБ) и обеспечение их функционирования. Одной из задач СУПБ является идентификация опасностей, планирование и реализация мер по снижению риска аварий, которые должны проводиться на основании результатов проверки выполнения требований промышленной безопасности (проверки организационных требований и внутреннего контроля). Высока вероятность, что информационные системы для проведения внутреннего контроля будут востребованы в организациях, эксплуатирующих объекты указанных классов опасности. На объектах III и IV классов опасности также проводится внутренний контроль в рамках осуществления производственного контроля. Интерес к результатам внутреннего контроля неизбежно должен возрасти в связи с требованиями Закона к ежегодному представлению сведений об организации производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности, по форме, установленной Ростехнадзором. В отчетных формах должна указываться информация о выявленных как Ростехнадзором, так и службой производственного контроля фактах нарушения требований промышленной безопасности, состоянии технических устройств, зданий и сооружений на ОПО и др.

Анализ предписаний, выдаваемых инспекторами Ростехнадзора, и отчетов о проверках, проводимых специалистами служб производственного контроля ОПО нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности, показал, что при превышении численного состава специалистов организаций, осуществляющих производственный контроль, по

отношению к численности инспекторов примерно в 70 раз, число выявляемых ими нарушений практически одинаково. Данная статистика подтверждает низкую эффективность работы служб производственного контроля, что также подтверждается и актами расследования причин аварий на ОПО указанных отраслей промышленности. По мнению автора диссертационной работы низкое качество проверок, проводимых службами производственного контроля, обусловлено рядом факторов, к которым относятся:

- высокие трудозатраты на фоне ограниченных трудовых ресурсов;
- недостаток квалификации специалистов, либо необъективность или формализм при проведении проверки;
- проведение проверок по недостаточно подробным программам внутреннего контроля, либо при полном отсутствии таковых.

Приведенные выше сведения подтверждают актуальность исследований по разработке методик проведения внутреннего контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на ОПО, основанных на применении информационных систем, проведенных в рамках настоящей работы.

Проведение внутреннего контроля сопряжено с привлечением специалистов, состав и количество которых определяется, сложностью технологий и многообразием технических устройств, используемых на ОПО. Так как специалистов, обладающих универсальными знаниями, не существует, возникает потребность привлечения специалистов разного профиля. Применение информационных технологий позволит минимизировать затраты на проведение внутреннего контроля и повысить качество его проведения.

В главе I автором также проведен анализ предметной области, связанной с проведением инструктажей по промышленной безопасности. Приведены основные функциональные требования к информационным системам для проведения инструктажей. Рассмотрены основные проблемы, возникающие при планировании, проведении и оформлении результатов инструктажей по промышленной безопасности, заключающиеся:

- в сложности ведения графика проведения инструктажей при учете перемещений работников между участками, смене профессий, временном отсутствии или нетрудоспособности, отпусков, командировок и т.п.;
- в несоблюдении предусмотренных нормативными правовыми актами Российской Федерации процедур проведения инструктажей по промышленной безопасности;
- в применении не актуализированных нормативных документов, знание которых требуется при прохождении инструктажа.

В Российской Федерации регулярное проведение инструктажей предписывается как приказом Ростехнадзора от 29.01.2007 № 37 «О порядке подготовки и аттестации работников организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору», так и правилами безопасности при осуществлении конкретных видов деятельности, связанных с эксплуатацией ОПО, например, Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности (ПБ 08-624-03), Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (ПБ 10-382-00) и др. Согласно ПБ 08-624-03, одним из обязательных условий для допуска работников к работам на ОПО является прохождение инструктажей по безопасности на рабочем месте. При проведении инструктажей возникает много проблем, как организационного, так и технического характера. В диссертационной работе затронутые проблемы предлагается решать средствами информационных систем.

Планирование и контроль своевременного проведения инструктажей требует регулярного выполнения трудоемкой работы, связанной с составлением и актуализацией графиков проведения инструктажей и подготовкой различной документации. Как правило, данная работа подразумевает выполнение большого числа однотипных операций, в ходе выполнения которых могут быть допущены ошибки, что, в свою очередь потребует дополнительных трудозатрат

на проверку, их обнаружение и устранение. Трудозатраты тем значительнее, чем выше численность штата работников, подлежащих инструктажу, сложнее структура организации, и сложнее процессы, связанные с осуществлением ее деятельности.

В зависимости от вида инструктажа (вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый) существенно различаются условия их проведения, периодичность, содержание, ответственные лица (подразделения) и т.д. Так, например, повторный инструктаж на рабочем месте проводится не реже одного раза в полугодие и может проводиться как индивидуально, так и для группы работников, выполняющих обслуживание однотипного оборудования в пределах одного рабочего места. Для ряда профессий, связанных с выполнением работ повышенной опасности, повторный инструктаж проводится не реже, чем один раз в три месяца, например, согласно ПБ 10-382-00. Более того, в соответствии с приказом Министерства энергетики Российской Федерации «Об утверждении Правил работы с персоналом в организациях нефтепродуктообеспечения Российской Федерации», для некоторых профессий допускается сокращение периодичности повторного инструктажа вплоть до одного месяца с проведением его по отдельным темам полной программы при условии, что каждая тема и полный объем инструктажа повторяются не реже одного раза в квартал и одного раза в полугодие для соответствующих групп работников.

Проведенный анализ нормативных документов и опыта проведения внутреннего контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на ОПО и практики проведения инструктажей работников позволил сформулировать задачи разработки методик и подходов к проведению внутреннего контроля и инструктажей средствами информационных систем.

Во второй главе представлена разработанная методика проведения внутреннего контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на ОПО средствами информационных систем, а так же результаты разработки

информационной системы, реализующей данную методику. При постановке задачи разработки методики, проанализированы существующие информационные системы, предназначенные для проведения аудита в различных областях, а так же для автоматизации производственного контроля, и учтены их недостатки. Проведенные исследования позволили разработать методику внутреннего контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на ОПО, основанную на применении информационных систем, а так же разработать информационную систему внутреннего контроля АСТА, реализующую данную методику, которая позволяет осуществлять:

1. анализ состояния промышленной безопасности на ОПО или его части;
2. формирование объективного и достоверного отчета;
3. накопление данных о проведенных проверках.

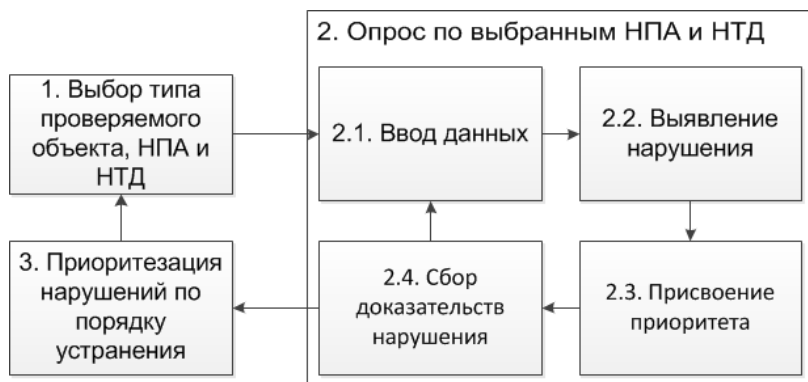


Рис. 1. Общая схема проведения внутреннего контроля

С точки зрения разработанной методики проверка состоит из итеративного выполнения трех шагов (рис 1):

1. Выбор типа проверяемого объекта и соответствующих нормативных правовых актов и нормативно-технических документов (НПА и НТД), содержащих требования промышленной безопасности при эксплуатации обследуемого ОПО.

2. Заполнение опросного листа, основанного на документации, относящейся к выбранному на шаге 1 типу объекта, позволяющего в полном объеме проверить соблюдение требований промышленной безопасности (ПБ), либо выявить факты нарушения требований ПБ, провести классификацию (приоритезацию) выявленных нарушений по порядку устранения по различным критериям.

Опрос так же представляет собой итеративный процесс (рис 1):

1. Специалисту, проводящему проверку (СПП) задается вопрос о соблюдении очередного пункта требований ПБ (2.1). Дополнительно вопрос снабжается выдержками из соответствующих документов. Вопрос имеет как форму типа «да/нет», так и форму запроса ввода каких-либо параметров (например, характеристик оборудования, показаний приборов и т.п.).
2. Введенные данные анализируются, с точки зрения выполнения требований ПБ (2.2).
3. Если информационная система регистрирует нарушение требований ПБ, то СПП предлагается дополнить введенные данные доказательствами (2.3) в виде цифровых файлов (например, фотографий, иллюстрирующих нарушение).
4. СПП предлагается определить для данного нарушения приоритет устранения (2.4).

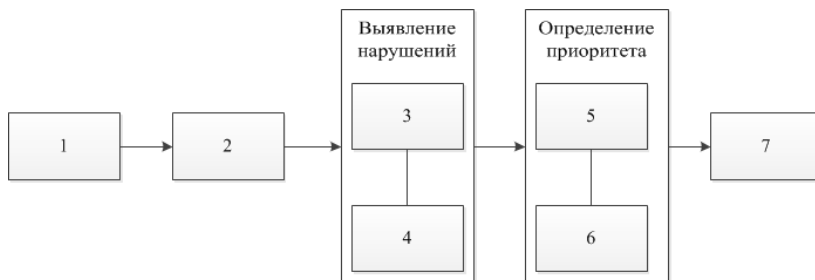


Рис. 2. Общая схема системы АСТА

Согласно разработанной методике, в АСТА можно выделить следующие основные блоки (рис. 2):

1. Блок управления проверками (1).
2. Блок учета обследованных объектов (2).
3. Блок выбора и навигации по опросным графам (3).
4. Блок регистрации выявленных нарушений (4).
5. Блок классификации по формальным атрибутам (5).
6. Блок машинного обучения и классификации (6).
7. Блок подготовки отчетной документации (7).

Блок управления проверками (1) отвечает за сохранение и загрузку результатов проведенных или находящихся в процессе проведения проверок, за создание новых проверок, в том числе, проводимых, с целью контроля за устранением нарушений, выявленных в ходе предыдущих проверок.

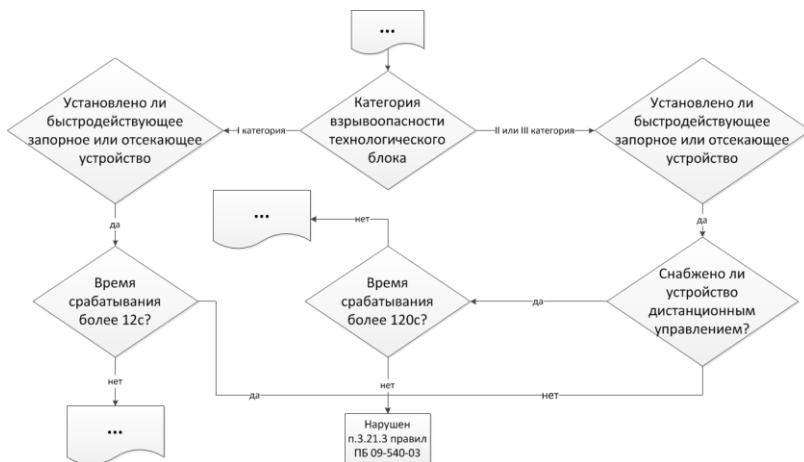


Рис. 3. Типовая схема опросного графа (подробный подход)

Блок учета обследованных объектов (2) отвечает за управление перечнем обследованных или обследуемых объектов в рамках проверки, в том числе за добавление, удаление или изменение параметров объектов. СПП на стадии планирования проверки ОПО формирует очередность проверки объектов и, при необходимости, прикрепляет отсканированные регистрационные,

паспортные или какие-либо другие документы для последующего использования в ходе проверки.

Блок выбора и навигации по опросным графам (3) отвечает за хранение индексированного классификатора объектов, хранение базы опросных графов (примеры опросных графов приведены на рис. 3-4), предоставление необходимого графа в зависимости от выбранного типа объекта, управление прохождением графа (рис. 5) в ходе проверки, сбор и управление данными, вводимыми СПП. Опросный граф представляет собой алгоритм проверки объекта, составленный путем обработки НПА и НТД, регламентирующих эксплуатацию данного объекта.

Использование разветвленных опросных графов (в сравнении с линейным плоским списком) позволяет сосредоточить внимание только на тех требованиях промышленной безопасности, которые актуальны именно для данного конкретного объекта. С точки зрения СПП алгоритм проведения проверки объекта реализуется средствами последовательно задаваемых запросов о вводе данных, либо вопросов типа «да/нет», то есть внешне не отличается от линейного списка. Однако каждый осуществленный ввод данных определяет продвижение по графу, в результате которого формируется дальнейшая последовательность вопросов (с учетом ранее введенных данных), информационной системой автоматически принимается решение о наличии нарушения, данные сохраняются.

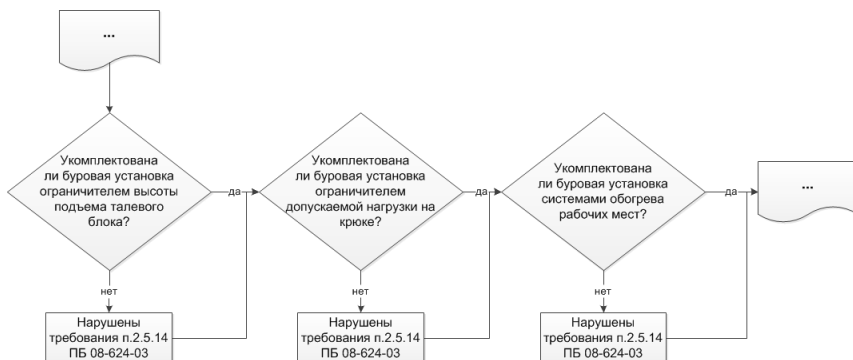
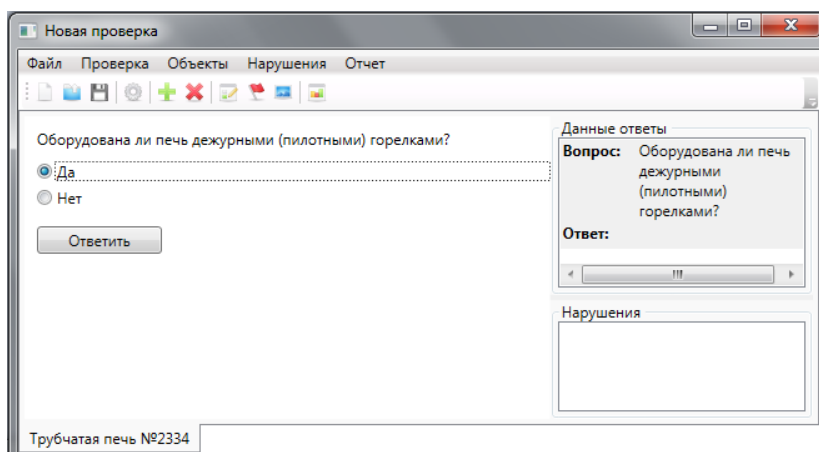


Рис. 4. Типовая схема опросного графа (линейный участок)

Блок регистрации выявленных нарушений (4) является слоем сопряжения блока 3 с блоками 5 и 6. На каждом шаге прохождения графа, в рамках которого информационная система анализирует введенные данные с целью принятия решения о наличии нарушения требований промышленной безопасности, в случае, если выявлено нарушение, информация о нем передается в блок 4. При этом автоматически формируется текст, пригодный как для восприятия человеком, так и для размещения в итоговом отчете о проведении внутреннего контроля, описывающий в терминах не соблюденных требований промышленной безопасности, что именно было нарушено, содержащий ссылки на конкретные пункты нормативных документов, сопоставление фактических данных и регламентированных данными пунктами.

Помимо текстового описания, генерируемого автоматически, СПП может расширить описание, прикрепив доказательства данного нарушения в виде фото- или видео-материалов. Все загруженные СПП графические материалы в дальнейшем передаются в блок подготовки отчетной документации (7) для включения в итоговый отчет.

**Рис. 5. Экран выполнения проверки**

Блок классификации по формальным атрибутам (5) отвечает за задание атрибутов, необходимых для осуществления обучения алгоритмов автоматической классификации нарушений на основе методов машинного обучения (блок 6), а так же за категоризацию нарушений для дальнейшей статистической обработки. Атрибуты указываются в баллах, например, по пятибалльной шкале, выражающих оценку величины соответствующего атрибута, безотносительно размерности, обобщая объективное значение (вычисляемое, измеряемое, или получаемое иным способом) характеризуемой атрибутом величины. Например, при оценке величины возможного ущерба от аварии, 1 соответствует низкой величине ущерба, а 5 – крайне высокой. После того, как заданы необходимые атрибуты нарушения (степень опасности проверяемого объекта, серьезность нарушения, возможный ущерб от аварии и т.д.), они передаются на вход блока машинного обучения и классификации (6), который, в свою очередь, на основе данных из обучающей выборки определяет приоритет устранения нарушения.

В главе показано, что задачу классификации нарушений по четырем классам с числом анализируемых атрибутов, определяемых для них, равным девяти, можно решить с помощью трехслойного персептрона с конфигурацией $(9; s; 4)$, где количество нейронов s в скрытом слое оценивается по формуле:

$$\frac{4N}{13 \cdot (1 + \log 2N)} < s < \frac{60 + 14N}{13},$$

где N – число примеров в обучающей выборке. В триаде $(9; s; 4)$ первым числом обозначено количество нейронов во входном слое, вторым – количество нейронов в скрытом слое, третьим – количество нейронов в выходном слое. Рассматриваемый персептрон является однородной полносвязной нейронной сетью прямого распространения с сигмоидальными функциями активации. Каждый нейрон выходного слоя соответствует приоритету устранения нарушения ($C_1 - C_4$). Однозначно выбирается тот приоритет, выходное значение

соответствующего нейрона которого является наибольшим среди остальных.

Так же в главе предложена альтернативная архитектура сети на основе каскада машин опорных векторов (SVM) для решения данной задачи, проиллюстрированная на рис. 6.

Блок подготовки отчетной документации (7) обобщает сведения о нарушениях и обследованных объектах, собранных в ходе проверок, и генерирует итоговые отчеты в формате Microsoft Word.

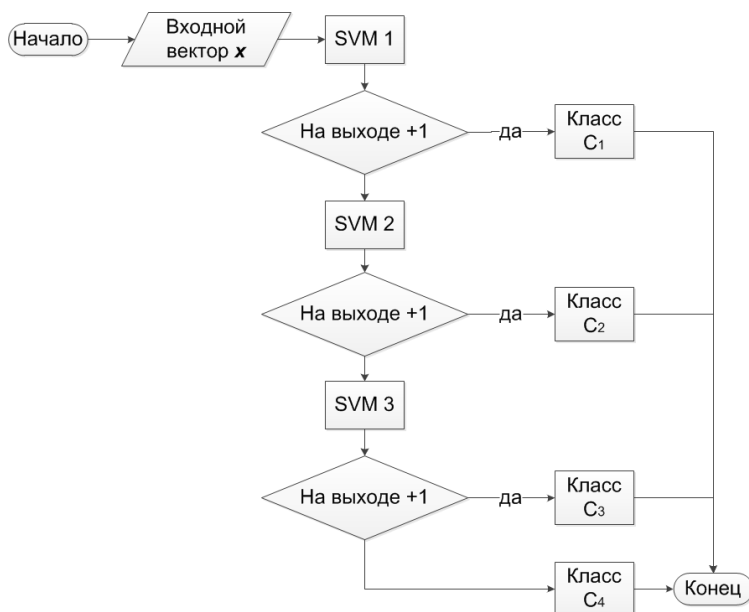


Рис. 6. Регрессионная модель машин опорных векторов (SVM)

В главе II автор также описал элементы, используемые при построении опросных графов, и предложил использовать два подхода при разработке опросных графов: обобщенный и подробный.

Обобщенный подход (рис. 4) подразумевает поверхностное описание алгоритма проверки согласно требованиям правил. Опросному графу, составленному в соответствии с данным подходом присущи следующие основные свойства:

1. Каждый условный блок предназначен для проверки одного пункта правил. Формулировка блока содержит полное изложение данного пункта правил и подразумевает ответ «да», если все актуальные требования пункта соблюдены, и «нет», если требования пункта не соблюдены хотя бы частично.
2. Переход по ветви «нет» из условного блока всегда говорит о факте нарушений требований соответствующего блока.
3. Ввод данных может осуществляться только в целях задания количества итераций в циклах.

Описанный подход целесообразно применять в случаях, когда необходимо сократить трудозатраты на разработку опросного графа. К его достоинствам стоит отнести простоту, очевидность и высокую скорость разработки. На практике, графы, реализующие данный подход, могут быть получены автоматически путем обработки файлов, содержащих тексты нормативных документов, прикладным программным обеспечением, сложность разработки которого сравнительно невысока. В данном случае, затраты на создание одного графа сводятся к минимуму.

В свою очередь, к недостаткам данного подхода относятся необходимость вникать в формулировку пункта правил при проведении проверки по разработанному графу, самостоятельно выявлять суть нарушения, что требует дополнительных затрат при подготовке отчета по проверке, и определенного уровня квалификации.

Обратным обобщенному подходу является *подробный подход* (рис. 3), подразумевающий значительно более сложную и трудоемкую работу при разработке опросного графа, но и более значительное сокращение трудозатрат при проведении проверки. Рассмотрим основные свойства опросного графа, разработанного в соответствии с данным подходом.

1. Одному пункту правил может соответствовать один или несколько вопросов.

2. Блок, содержащий вопрос, может быть соединен с блоком любого типа.
3. В случае выявления факта нарушения требований промышленной безопасности при прохождении опросного графа, всегда известна конкретная формулировка по существу нарушения.
4. Ввод данных может осуществляться для их дальнейшего использования в блоках графа любого вида.

Разработчик опросного графа, при необходимости, проводит декомпозицию пунктов нормативных документов, разбивая их на несколько условных и других блоков, таким образом, чтобы при регистрации нарушения всегда иметь конкретную формулировку по его существу, не требующую дополнения. Это приводит к значительному сокращению трудозатрат и общей сложности проведения проверки, т.к. от СПП, требуется не анализ ситуации, а простой ввод данных. Анализ же, в свою очередь, проводится разработчиком опросного графа единственный раз при разработке. Также, эффект достигается за счет того, что по итогам проверки информационная система имеет возможность построить законченный отчет по результатам ее проведения, требующий, в общем случае, лишь незначительных доработок.

Разработанная методика, информационная система АСТА и опросные графы, составленные по: Правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 03-576-03); Общим правилам взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств (ПБ 09-540-03); Правилам безопасности в нефтяной и газовой промышленности (ПБ 08-624-03) и Правилам промышленной безопасности для нефтеперерабатывающих производств (ПБ 09-563-03), были использованы при проведении внутреннего контроля на объектах ООО «Газфлот».

В третьей главе приведено описание разработанных методических и организационных подходов к проведению инструктажей персонала для допуска

к выполнению работ на ОПО, а так же реализующей их информационной системы АРМ ИПБ. Данные результаты получены на основании анализа типовых проблем, связанных с проведением инструктажей работников по промышленной безопасности.



Рис. 7. Частичная схема типового алгоритма проведения инструктажа с помощью АРМ ИПБ

Перед началом работы персонала (рис. 7) (1) в очередной смене, ответственное лицо актуализирует перечень работников (2) в системе, добавляя в перечень вновь поступивших работников (проходящих стажировку), работников, переведенных с других участков, либо на другие участки,

уволенных, временно отсутствующих, изменивших профессии и т.д. В соответствии с актуализированным перечнем работников, информационная система автоматически подстраивает график проведения инструктажей (первичных и повторных). При необходимости, работник, отвечающий за проведение инструктажа вносит дополнительные корректировки (3) в сформированный график, например, для группировки работников одинаковых профессий в целях совместного прохождения инструктажа, либо при необходимости предъявить заполненный журнал прохождения инструктажей к конкретной дате и в других случаях.

ПЕРВИЧНЫЙ ИНСТРУКТАЖ
НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ДЛЯ
ПОМОЩНИКА БУРЬЛИЩНИКА
ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО И
РАЗВЕДОЧНОГО БУРЕНИЯ
СКВАЖИН НА НЕФТЬ И ГАЗ

ИНСТРУКТАЖ ПРОЙДЕН

№	Вопрос	Ответ	Результат	Инструкция
1	На какое давление должен быть отрегулирован предохранительный клапан системы циркуляционной скважины при обслуживании буровой лебедки типа ПБУ-1100 ЗТ-3А?	0,45 МПа	+	ИПБТО ВР18 (З)
2	Что в изображенной на рисунке схеме противоречит требованиям безопасности при применении блокирующего страховочного устройства с двойным втяжным стропом?	К страховочному устройству не допускается одновременное подсоединение более одного человека	+	ИПБТО ВР13 (ЗЗ)
3	Какие из перечисленных требований не соответствует безопасному проведению работ по обслуживанию силового верхнего привода (СВП)?	При работе СВП необходимо находиться рядом с гидравлическими шлангами, находящимися под давлением и контролировать их состояние	+	ИПБТО ВР28 (18, 19, 20, 24)
4	На какое значение должен быть отрегулирован осевой люфт ствола вертлуга при его обслуживании?	0,25 мм	+	ИПБТО ВР21 (З)

**ИСПЫТАНО ИЛИ
АВТОМАТИЗИРОВАНО**
Подпись
Подпись
Подпись

1 - 4 из 20

ПОДТВЕРДИТЬ ПРОХОЖДЕНИЕ ИНСТРУКТАЖА

Рис. 8. Экран результатов прохождения тестовых заданий

В соответствии с графиком, работникам должен отводиться определенный период (2 недели до запланированной даты по графику) на прохождение инструктажей, ознакомление с дополнительно назначенными инструкциями, не относящимися к программе инструктажа, распорядительными документами, либо происшествиями, произошедшими на данном, либо других участках. Помимо первичных и повторных инструктажей, работникам так же назначаются и внеплановые инструктажи, которые проводятся по схожему принципу. Таким образом, в согласованное время, определенное графиком, работник, либо группа работников, имеющих одинаковую профессию (как

правило, не более 2-3 человек) изучают программу инструктажа, имея доступ ко всем материалам (4). К материалам относятся как текстовые версии инструкций, так и видео-материалы, слайды и прочие формы представления информации.

По итогам ознакомления с материалами программы инструктажа, все работники, участвующие в данной сессии поочередно отвечают на тестовые задания (5) для подтверждения уровня полученных знаний (рис. 8), по итогам чего в автоматическом режиме формируется журнал (6) прохождения инструктажей (при контроле проводящего инструктаж работника во избежание фальсификации результатов).

Далее процесс повторяется непрерывно перед каждой новой сменой, наступлением запланированных дат, при изменениях в кадровом составе и при возникновении причин другого рода.

Разработанные организационные и методические подходы, а так же реализующие их информационные системы внедрены на объектах ОАО «Роснефть» и ООО «Газфлот».

В заключении диссертационной работы обобщены основные результаты, полученные в рамках проведенного исследования. В соответствии с целью данной работы, заключающейся в повышении качества осуществления производственного контроля за счет применения информационных систем, в части проведения внутреннего контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на ОПО и инструктажей по промышленной безопасности на примере объектов нефтяной и газовой промышленности, были решены следующие поставленные задачи:

1. На основании опыта проведения внутреннего контроля за соблюдением требований промышленной безопасности ОПО в области промышленной безопасности, сравнения существующих информационных систем, применяемых для осуществления различных видов аудита, автором выявлены и описаны основные

проблемы, заключающиеся в отсутствии специализированных систем данного назначения и отсутствии методики проведения внутреннего контроля, позволяющей получать достоверные и полные результаты проверки всех необходимых требований промышленной безопасности.

2. Разработаны методика проведения и оформления результатов внутреннего контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на ОПО, основанная на применении информационных систем, и реализующая ее информационная система АСТА, которая позволяет сократить время проведения внутреннего контроля, получать объективную оценку состояния промышленной безопасности ОПО и приоритезировать порядок устранения выявленных нарушений требований промышленной безопасности. Для приоритезации устранения выявленных нарушений впервые использованы методы искусственного интеллекта.
3. На основании анализа опыта проведения инструктажей по ПБ, выявлены и систематизированы основные проблемы, состоящие в сложности ведения графиков проведения инструктажей, обусловленной кадровыми вопросами, несоблюдении предусмотренных законодательством Российской Федерации процедур, либо халатном отношении к их исполнению, применении неактуализированных материалов инструктажей.
4. С учетом результатов проведенного анализа разработаны организационные и методические подходы к планированию, проведению и оформлению результатов инструктажей по ПБ, основанные на применении информационных систем, а так же информационная система АРМ ИПБ, реализующая данные подходы, позволяющая повысить действенность инструктажей за счет сокращения трудовых и временных затрат на ведение графика

и журнала проведения инструктажей, применения процедур проведения инструктажей, направленных на осложнение фальсификации результатов, автоматизированного контроля знаний инструктируемых перед формированием журнала прохождения.

Основные положения диссертации опубликованы в работах

1. Кловач Е.В., Гонтаренко А.Ф., Лукьянов И.А. Подходы к созданию автоматизированной системы технического аудита опасных производственных объектов. // Безопасность труда в промышленности. — 2012. — № 12. — С. 70-72.
2. Воробьев К.В., Елизарьева М.Ю., Лукьянов И.А. Типовые проблемы при организации и проведении инструктажей. // Безопасность труда в промышленности. — 2013. — № 6. — С. 34-37.
3. Лукьянов И.А. Разработка методического обеспечения для проведения технического аудита средствами информационных систем. // Безопасность труда в промышленности. — 2013. — № 8. — с.68-70.
4. Кулик С.Д., Никонец Д.А., Ткаченко К.И., Лукьянов И.А. Методы и средства повышения эффективности информационных систем (нейронные сети, криминалистика, формирование фактографических данных, морфологический анализ). Том 1: Криминалистика. /Изд. «Радиотехника».—М., 2011.—300с.—Деп. в ВИНТИ 05.05.2011, № 206-В2011; Библ. Указат. № 7 (473), 2011.
5. Кулик С.Д., Никонец Д.А., Ткаченко К.И., Лукьянов И.А. Методы и средства повышения эффективности информационных систем (нейронные сети, криминалистика, формирование фактографических данных, морфологический анализ). Том 2: Системы. /Изд. «Радиотехника».—М., 2011.—223с.—Деп. в ВИНТИ 05.05.2011, № 207-В2011; Библ. Указат. № 7 (473), 2011.

6. Кулик С.Д., Никонец Д.А., Ткаченко К.И., Лукьянов И.А. Методы и средства повышения эффективности информационных систем (нейронные сети, криминалистика, формирование фактографических данных, морфологический анализ). Том 3: Приложения. /Изд. «Радиотехника».—М., 2011.—229с.—Деп. в ВИНТИ 05.05.2011, № 208-В2011; Библ. Указат. № 7 (473), 2011.
7. Кулик С.Д., Никонец Д.А., Ткаченко К.И., Лукьянов И.А., Ефимов Е.Д., Хвостикова Н.И., Кондаков А.А., Головкина О.В. Практическое применение элементов теории принятия решений в различных областях //Научная сессия НИЯУ МИФИ-2012. Аннотации докладов. В 3 т. Т.2: Проблемы фундаментальной науки. Стратегические информационные технологии.—М.: НИЯУ МИФИ, 2012.—Т.2.—С.293.—(краткие тезисы доклада на секции: «Автоматизированные системы обработки информации и управления»).
8. Кулик С.Д., Лукьянов И.А. Защита .NET-сборок от обратной инженерии и инъекций кода с применением методов криптографии //Безопасность информационных технологий.—М.: НИЯУ МИФИ, 2012.—№ 1.—С.99-100.—(материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы информационной безопасности в системе высшей школы»).