



Сборник материалов международной
научно-практической конференции

МОНИТОРИНГ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ



www.monitoring.sibpsa.ru

2021

**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ
ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

**СИБИРСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
МЧС РОССИИ**



**МОНИТОРИНГ, МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ
И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

г. Красноярск 2021

Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, 15 октября 2021 года, г. Красноярск – Изд-во: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. - 119 с

Международная научно-практическая конференция «Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций» состоялась 15 октября 2021 года в г. Красноярск на базе ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

В сборнике представлены материалы конференции, посвященные рассмотрению вопросов мониторинга, контроля и прогнозирования опасных процессов техносферы и явлений природы, техногенных рисков, обеспечения пожарной безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях. Совершенствованию систем и практик государственно-муниципального регулирования, профилактики и недопущения чрезвычайных ситуаций.

В сборник не включены отобранные оргкомитетом рукописи научных статей, которые будут опубликованы в коллективных научных монографиях, издаваемых в рамках книжных серий издательства «Springer Nature».

Материалы представляют интерес для специалистов, занимающихся вопросами в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, пожарной и промышленной безопасности.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы.

Материалы публикуются в авторской редакции.

УДК 614.8

ББК 68.9

© ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, 2021

Содержание

1	Теоретические особенности прогнозирования динамики чрезвычайных лесопожарных ситуаций.....	5
	<i>Подрезов Ю.В.</i>	
2	Система управления подразделениями пожарной охраны в условиях современного технологического уклада.....	12
	<i>Доррер Г.А.</i>	
3	Алгоритм поддержки принятия решений при управлении повседневной деятельностью подразделения пожарной охраны.....	17
	<i>Мартинovich Н.В.</i>	
4	Актуальные вопросы обеспечения пожарной безопасности производства сжиженного газа.....	24
	<i>Клементьев Б.А., Калач А.В.</i>	
5	Система мониторинга нефте и газопроводов.....	27
	<i>Калач А.В., Сысоева Т.П.</i>	
6	Методика оценки объема воздействия на систему управления подразделением пожарной охраны.....	31
	<i>Мартинovich Н.В.</i>	
7	Сценарное моделирование развития пожароопасной ситуации на нефтяном танкере.....	38
	<i>Лоран Н.М.</i>	
8	Анализ материально-технического обеспечения специальных формирований гражданской обороны привлекаемых для ликвидации чрезвычайных ситуаций, вызванных неконтролируемыми взрывами боеприпасов.....	40
	<i>Фрайденберг А.Г.</i>	
9	Модель системы управления повседневной деятельностью подразделения пожарной охраны.....	44
	<i>Мартинovich Н.В.</i>	
10	Возможности беспилотных летательных аппаратов при расследовании пожаров..	50
	<i>Давиденко А.С., Шаранов С.В., Порхачев М.Ю., Калач А.В., Мартинovich Н.В.</i>	
11	Методические особенности учета лесорастительных и погодных условий при прогнозировании источников чрезвычайных лесопожарных ситуаций...	53
	<i>Подрезов Ю.В.</i>	
12	Влияние породы древесины на эффективность огнезащитных составов.....	58
	<i>Татаркин И.Н., Батура А. Н.</i>	
13	Исследование способности продуктов термической деструкции строительных материалов к распространению пламени.....	61
	<i>Макарова Т.П.</i>	
14	Анализ существующей системы оценки токсической и пожарной опасности отделочных строительных материалов.....	65
	<i>Чернушевич Е.В.</i>	
15	Программа распознавания области горения на черно-белом статическом изображении, полученном с беспилотного летательного аппарата	68
	<i>Давиденко А.С., Шаранов С.В., Порхачев М.Ю., Калач А.В., Мартинovich Н.В.</i>	
16	Применение методов хемометрии для совершенствования диагностики и идентификации многокомпонентных смесей нефтепродуктов в целях судебной экспертизы и мониторинга загрязнения окружающей среды.....	72
	<i>Богданов А.А.</i>	

17	Оценка повседневной деятельности пожарно-спасательного подразделения с учетом решения основных оперативных задач.....	81
	<i>Татаркин И.Н., Мартинович Н.В., Калач А.В.</i>	
18	Разработка комплекса мероприятий по совершенствованию системы управления охраной труда на объектах нефтегазового комплекса.....	91
	<i>Вороной Е.А.</i>	
19	Оценка человеческого капитала промышленных организаций на основе цифровых компетенций.....	97
	<i>Мосиенко А.В., Польщиков Т.И.</i>	
20	Концептуальные положения цифровой трансформации индустриальных экосистем.....	101
	<i>Дударев Д.Н., Дударева О.В.</i>	
21	Актуальность оптимизации системы управления пунктом связи части ФПС ГПС МЧС России.....	104
	<i>Смирнова В.А., Мартинович Н.В., Батуро А.Н., Татаркин И.Н.</i>	
22	Влияние цифровой трансформации на модернизацию российских предприятий.....	112
	<i>Ильина Е.А.</i>	
23	Инструментарий когнитивной цифровой трансформации в интересах устойчивого развития промышленных экосистем.....	117
	<i>Дударева О.В., Шкарупета Е.В.</i>	

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ЛЕСОПОЖАРНЫХ СИТУАЦИЙ

Подрезов Юрий Викторович

д-р с.-х. наук, доцент, Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России

Аннотация. Одним из опасных природных процессов являются лесные пожары (далее – ЛП) различных видов. При этом, ЛП нередко приводят к чрезвычайным лесопожарным ситуациям (далее – ЧЛС) – становятся источниками таких чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС). Органам управления, организующим борьбу с ЧЛС, приходится сталкиваться с различными лесопожарными ситуациями в различных регионах и районах лесной территории страны. Для эффективной борьбы с ЧЛС необходима научно обоснованная поддержка таких решений, что потребовало исследования теоретических особенностей прогнозирования динамики ЧЛС. Поэтому целью проведенных исследований являлась разработка теоретических особенностей прогнозирования динамики ЧЛС в интересах поддержки и обоснования управленческих решений при организации борьбы с поражающими факторами источников ЧЛС. Имеется достаточно большое количество лесопирологической литературы, посвященной прогнозированию динамики ЛП. Но, прогнозирование динамики ЧЛС, в отличие от прогнозирования ЛП, имеет особенности, поскольку требуется (согласно определению ЧЛС) оценивать не только динамику непосредственно лесных пожаров, но и динамику ущерба населению, объектам экономики и окружающей природной среде. Проведенные исследования показывают, что для достижения цели исследований необходимо использование следующих методов: метода системного анализа (для процессов развития ЛП различных видов); методов логического анализа и синтеза прогнозируемых процессов, математической статистики; современной теории факторного анализа; теории вероятностей; теории распознавания образов и алгебры логики; дифференциального исчисления - в зависимости от особенностей и целей моделирования. В ходе исследований получены следующие результаты: усовершенствован и дополнен понятийный аппарат в области лесной пирологии и защиты населения и территорий от ЧС природного характера относительно динамики ЧЛС и, в целом, лесопожарного прогнозирования; установлены и обоснованы методические различия между динамикой ЛП и динамикой ЧЛС; определены и обоснованы методические аспекты, лежащие в основе моделирования динамики ЧЛС; проведено исследование теоретических особенностей моделирования динамики ЧЛС; разработан алгоритм действий при прогнозной оценке динамики ЧЛС. Научных работ, посвященных прогнозированию динамики именно ЧЛС в научной литературе на настоящее время, нет кроме ряда работ автора, описывающих отдельные аспекты прогнозирования динамики и последствий ЧЛС. Новизна полученных результатов исследования подтверждается тем, что такие результаты получены впервые в лесопирологической науке и практике, а также в науке и практике защиты населения и территорий от ЧС природного характера.

Ключевые слова: лесной пожар, лесопожарная обстановка, метеоусловия, чрезвычайная лесопожарная ситуация.

Лесные пожары (далее – ЛП) бывают различных видов и являются нередко источниками чрезвычайных лесопожарных ситуаций (далее – ЧЛС). Наиболее часто источниками ЧЛС являются крупные лесные пожары (далее - КЛП). О КЛП написан ряд работ. Прежде всего, следует выделить работу Валендика Э.Н. (Валендик, 1979), где автор описал возможные условия возникновения и развития КЛП.

Во многих литературных источниках уделено достаточное внимание вопросам динамики лесных пожаров различных видов. В большом количестве работ отечественных и зарубежных ученых в области лесной пирологии рассмотрены вопросы моделирования динамики ЛП: и низовых и верховых: беглых и устойчивых; сильной, средней и слабой интенсивности. Мало работ в области динамики пятнистых пожаров, хотя в большинстве случаев именно они приводят к ЧЛС.

Но, вопросы динамики именно ЧЛС в лесопирологической литературе и литературе в области защиты населения и территорий от ЧС природного характера освещены слабо. Следует отметить, что методологически важно понимать разницу между ЛП и ЧЛС. В ряде работ автора проведено разграничение подобных понятий (Подрезов, 2000; 2005). Автором обосновано, что лесной пожар или лесные пожары могут являться источниками именно ЧЛС при воздействии поражающих факторов ЛП на населенные пункты, объекты экономики и окружающей природной среды, нанося ущерб указанным объектам, а также населению, населенным пунктам.

В ходе исследований целесообразно совершенствовать и дополнять понятийный аппарат в области лесной пирологии и защиты населения и территорий от ЧС природного характера относительно динамики ЧЛС и, в целом, лесопожарного прогнозирования.

Также в ходе исследований методически важно определить: различия между динамикой ЛП и динамикой ЧЛС; какие методические аспекты должны лежать в основе моделирования динамики ЧЛС; как моделировать динамику ЧЛС? Каков алгоритм прогнозирования динамики ЧЛС?

Ответам на эти вопросы посвящены данные доклад и статья.

В последующих разделах раскрыто смысловое содержание данной статьи.

Во втором разделе приведено детальное описание исследовательской работы: точная постановка цели и задач исследования; детальное описание и обоснование используемого методологического аппарата (количественные и качественные методы); детальное описание методов и приемов, используемых для сбора и анализа оригинальных данных; описание возможных методологических ограничений и их влияния на целостность и обоснованность полученных результатов.

В третьем разделе изложены результаты исследования в виде теоретических данных по заявленным исследовательским вопросам в рамках проблемы и с использованием ранее обозначенных материалов и методов.

Четвертый раздел содержит критическое изложение полученных результатов и интерпретацию, сравнение результатов других исследователей, а также ранее полученных результатов автора статьи с полученными результатами.

В пятом разделе (в Заключение) приведена краткая формулировка результатов исследования. Сделан вывод о достижении цели исследования и решении поставленных задач исследования. Указана практическая значимость исследования. Определены перспективы дальнейших исследований в рамках заявленной лесопирологической проблемы.

Целью проведенных исследований являлась разработка теоретических особенностей прогнозирования динамики ЧЛС в интересах поддержки и обоснования управленческих решений при организации борьбы с поражающими факторами источников ЧЛС.

Задачами исследования явились:

- совершенствование и дополнение понятийного аппарата в области лесной пирологии и защиты населения и территорий от ЧС природного характера относительно динамики ЧЛС и, в целом, лесопожарного прогнозирования;

- исследование методических различий между динамикой ЛП и динамикой ЧЛС;

- анализ методических аспектов, лежащих в основе моделирования динамики ЧЛС;

- исследование теоретических особенностей моделирования динамики ЧЛС;

- создание алгоритма действий при прогнозной оценке динамики ЧЛС.

Понятийный аппарат весьма важен в любой области исследований. Долгое время в области лесной пирологии отсутствовал ряд понятий и определений, имеющих важное методологическое и прикладное значение для поддержки и принятия обоснованных управленческих решений при организации борьбы с лесными пожарами и ЧЛС. Автором предложен ряд таких определений и понятий в докторской диссертации (Подрезов, 2005) и ряде других работ (Подрезов, 2000).

Упомянутые определения важны и для стратегического математического моделирования и прогнозирования.

Действительно, в нормативной и методической литературе под лесным пожаром понимается неконтролируемое горение, распространяющееся по лесной площади. Определение же ЧЛС было разработано автором и вошло в государственный стандарт «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ. Общие требования» (Госстандарт, ГОСТ Р 22.1.09-99, 1999). В указанном документе ЧЛС определяется как обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации - лесного пожара (лесных пожаров), который может повлечь или повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и/или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Приведенные выше определения ЛП и ЧЛС, позволяют методически корректно определить различия между динамикой ЛП и динамикой ЧЛС. Лесной пожар, обладая поражающими факторами такими как огонь и дым, воздействует, прежде всего, на древостой, а также может воздействовать на объекты экономики, населенные пункты, объекты окружающей природной среды. Возникновение источника ЧЛС, его развитие и воздействие его поражающих факторов на защищаемые объекты (населенные пункты, критические важные объекты, важнейшие объекты экономики, наиболее ценные объекты окружающей природной среды) и окружающую природную среду приводит к необходимости выделения ряда самостоятельных, но тесно связанных между собой аспектов исследования основных процессов.

Таким образом, методически важно установить, что лесной пожар или лесные пожары могут быть и бывают источниками ЧЛС.

Исходя из сказанного, можно сделать вывод о том, что разработанный, обоснованный и упомянутый выше понятийный аппарат позволяет проводить исследования в области лесопожарного прогнозирования (далее - ЛПП), в том числе в области прогнозирования динамики ЧЛС, с единых терминологических позиций и методически корректно осуществлять поддержку управленческих решений в ходе деятельности органов управления Рослесхоза, МЧС России и РСЧС по борьбе с ЛП и ЧЛС.

Что же лежит в основе моделирования динамики ЧЛС с методической точки зрения? Каковы методические аспекты, лежащие в основе моделирования динамики ЧЛС?

Одним из основополагающих методов исследования в методологии лесопожарного прогнозирования, включая прогнозирование динамики ЧЛС, является метод системного анализа процессов развития ЛП различных видов - при прогнозировании их динамики. Именно данный метод позволяет создавать адекватные математические модели для достоверного прогнозирования и динамики ЧЛС.

Вместе с тем, важными методами, которые целесообразно использовались при проведении исследований являются методы логического анализа и синтеза прогнозируемых процессов, позволившие создать, наряду с методом системного анализа, адекватные математические модели, обосновать выбор характеристик и параметров процессов развития источников ЧЛС, используемых в указанных моделях, обосновать выбор комплекса исходных данных для моделирования.

В теоретической базе прогнозирования динамики ЧЛС значимое место занимают также наиболее часто используемые математические методы: математической статистики; современной теории факторного анализа; теории вероятностей; теории распознавания образов и алгебры логики; дифференциального исчисления и т.п., что определяется необходимой точностью моделей и целевой направленностью разрабатываемых моделей.

Целесообразно обратить внимание на статистические методы сбора данных по лесорастительным условиям, которые позволяют собрать данные о породном составе древостоя на всей лесной площади России и его количественным характеристикам, а, также статистические данные по лесным пожарам по регионам за прошедшие годы, что весьма важно для прогнозирования динамики ущерба лесу, да, и в целом, для моделирования лесопожарной обстановки и по стране, и в регионах, и в лесхозах – т.е. речь идет о детализации моделирования и прогнозирования по различным лесным территориям.

Поскольку процесс развития лесного пожара носит вероятностный характер, то при прогнозировании динамики ЧЛС возможно использование вероятностных методов для создания стохастических моделей, а также методов распознавания образов и алгебры логики.

В основе сбора мониторинговых данных для прогнозирования динамики ЧЛС, вызываемых лесными пожарами различных видов лежит комплекс методов, официально принятых и используемых при мониторинге лесопожарной обстановки в Рослесхозе, а также методов прогнозирования пожарной опасности погодных условий, нормативно утвержденных и применяемых в мониторинговых сетях Росгидромета.

Следует сделать вывод о том, что именно совокупности комплексов адекватных математических моделей динамики различных видов лесных пожаров и комплексов достоверных исходных данных позволяют получать наиболее точные результаты прогнозирования динамики ЧЛС, вызываемых лесными пожарами различных видов.

При этом, следует иметь в виду, что точность моделей прогнозирования динамики ЧЛС ограничивается точностью лесотаксационных описаний лесов Российской Федерации, которая проводится один раз в десять лет и имеет десятипроцентную точность.

Сложность и специфика прогнозирования, а, следовательно, и моделирования динамики ЧЛС, связана с очень большим числом и разнообразным характером неопределенностей, сопровождающих прогнозируемые процессы их стохастичностью процессов.

Прогнозирование, а, соответственно, и моделирование динамики ЧЛС имеет свои особенности для верховых, низовых, лесоторфяных ЛП. Каждый из указанных пожаров имеет особенности распространения, на которые влияют и среда распространения огня, и метеоусловия, и рельеф местности.

Следует также отметить, что важным элементом прогнозирования является понимание специфичности самого процесса выработки прогнозов. Этот раздел науки изучает будущие состояния развивающихся, динамичных явлений, выражающейся определенной совокупностью показателей, которые имеют количественное и качественное содержание. А, основной целью анализа объекта прогнозирования является создание прогностической модели, которая дает возможность получать на выходе процесса прогнозирования необходимую информацию об объекте прогнозирования (которым является динамика ЧЛС).

Прогнозирование динамики ЧЛС является видом научно - прикладной деятельности, имеющим две стороны – два аспекта:

- научно – познавательный;
- управленческий.

Научно-познавательный аспект предполагает разработку прогнозных моделей для мониторинговой и прогнозной оценки и динамики самого ЛП и динамики различных ущербов, о которых сказано выше.

В ходе же практической деятельности МЧС России и, в целом, РСЧС нередко наблюдаются весьма сложные и разнообразные организационно-управленческие ситуации, при которых необходимо оперативное принятие и обоснование адекватных управленческих решения в интересах эффективной борьбы с ЛП и ЧЛС.

При этом важно отметить, что управленческий аспект, который предполагает адаптацию функционирования системы управления на полученную прогнозируемую динамику ЧЛС и позволит организовать результативную борьбу с ЛП и ЧЛС.

Ведь недооценка результатов прогнозирования динамики ЧЛС нередко приводит к значительно более тяжелым последствиям, чем те, которые могли бы быть, при своевременном учете данных прогнозирования. И таких примеров много. В частности, неправильная оценка динамики отдельных ЛП руководством субъектов РФ приводит к серьезным просчетам в вопросах организации борьбы с лесными пожарами и трансформации их в территориальные ЧЛС, а порой и перерастанию в региональные и даже федеральные и трансграничные чрезвычайные лесопожарные ситуации. Такую организационно-управленческую и лесопожарную ситуацию мы наблюдали в Республике Якутия (Саха) летом и в начале осени 2021 года.

Выполненный анализ особенностей прогнозирования динамики ЧЛС позволяет прийти к приведенному ниже алгоритму действий при прогнозной оценке динамики ЧЛС. Важно понимать, что одним из важнейших этапов (элементов) прогнозирования динамики ЧЛС является выбор метода или методов разработки прогнозов динамики ЧЛС, которые должны быть адекватны целям разработки прогноза и позволять максимально точно вырабатывать нужный прогноз. При анализе динамики ЧЛС целесообразно рекомендовать следующий алгоритм прогнозирования:

- выполнение комплексного всестороннего анализа всей имеющейся информации, влияющей на динамику ЧЛС;
- выбор или разработка методов прогнозирования динамики каждого вида ЛП источника ЧЛС, динамики ущерба населению, объектам экономики и окружающей среды;
- разработка комплекса согласованных математических моделей для прогнозирования динамики ЧЛС, вызываемых различного вида лесными пожарами;
- сбор необходимых мониторинговых данных для прогнозирования с различных мониторинговых сетей, прежде всего Рослесхоза и Росгидромета;
- определение (вычисление) неизвестных параметров созданных математических моделей;
- доведение результатов прогнозирования до органов управления, ответственных за борьбу с поражающими факторами источников ЧЛС.

При прогнозировании динамики ЧЛС необходимо целенаправленно обрабатывать и оптимальным образом использовать комплекс исходных мониторинговых данных (как статистические, так и получаемых в реальном или квазиреальном режимах времени с мониторинговых сетей). Данный подход к исходной информации вызван потребностью обеспечения практической значимости создаваемых математических моделей. Иначе говоря, разрабатываемые математические прогнозные модели должны быть ориентированы, как правило, на решение конкретной прикладной задачи или нескольких конкретных прикладных задач.

Безусловно, для выработки достоверных прогнозов относительно динамики ЧЛС необходимы максимально точные исходные данные как по метео, так и по лесорастительным условиям. Необходимы также точные данные и по рельефу местности.

Анализ большого числа лесопирологических научных работ свидетельствует, что большинство разработчиков прогнозных моделей стремится к созданию универсальных математических моделей, которые, основываясь на принципах системного подхода, учитывали бы все возможные связи и особенности исследуемых процессов. Но, такое стремление ведет, как показывает практика исследований, к существенному и зачастую к совершенно неоправданному усложнению как самой модели динамики ЛП – источника ЧЛС, так и всего процесса прогнозирования, а нередко, к полной практической непригодности разрабатываемых моделей для решения поставленных задач. Исходя из вышесказанного, следует, что при решении таких сложных задач прогнозирования, как прогнозирование динамики ЧЛС, наиболее правильно строить совокупности (комплексы) согласованных между собой прогностических математических моделей с учетом особенностей распространения каждого вида лесных пожаров – источников ЧЛС. Следует отметить, что каждый вид ЛП – источника ЧЛС имеет свои физические особенности распространения и, соответственно логику моделирования и прогнозирования.

В ряде работ отечественных и зарубежных ученых много внимания уделяется наиболее точному описанию движения кромки ЛП по лесной площади, что, безусловно важно. Но, для столь точных моделей не всегда возможно на практике собрать необходимые исходные мониторинговые данные для моделирования, что существенно снижает прикладную значимость таких моделей. Вместе с тем, такие «подробные» математические модели не следует отмечать и не использовать вообще. Они могут быть полезны для обучения студентов и специалистов вопросам лесной пирологии, поскольку неплохо и более детально описывают физику лесопирологических процессов, в частности, динамику тех или иных видов ЛП (Валендик, 1979), (Гришин, 1981; 2008).

Но, для решения задач борьбы именно с ЧЛС, поддержки и научного обоснования управленческих решений, принимаемых органами управления не всегда требуется очень точное описание величин ущерба лесу, объектам экономики и наиболее ценным объектам окружающей природной среды – что также входит в задачу прогнозирования динамики ЧЛС. Зачастую, чтобы

принять верное, адекватное сложившейся лесопожарной обстановке, решение для борьбы с источниками ЧЛС необходимо знать порядок величин вышеперечисленных видов ущербов (Подрезов, 2005). Данное ограничение в основном определяется, помимо сложностей разработки адекватных моделей, и сложностью и возможностями сбора необходимых мониторинговых исходных данных – возможностями сетей мониторинга. Поэтому для решения практических задач требуются математические модели, которые позволяют обосновать и обеспечить нужную поддержку управленческих решений при прогнозировании динамики ЧЛС. А, таких математических моделей, кроме разработанных автором, в лесопирологической литературе на настоящее время нет (Подрезов, 2005).

Из вышеприведенных рассуждений о разработке комплексов согласованных математических моделей прогнозирования динамики ЧЛС, вызываемых различными видами ЛП следует необходимость более глубокой проработки вопросов обеспечения процессов моделирования и прогнозирования необходимыми и максимально точными исходными мониторинговыми данными, чтобы обеспечить решение таких сложных задач, как прогнозирование динамики ЧЛС. Результаты исследований свидетельствуют о том, что для реализации процесса прогнозирования вышеуказанных сложных процессов в масштабах Российской Федерации с ее огромными лесными площадями, целесообразно создание и обеспечение функционирования территориально распределенной иерархической системы мониторинга и прогнозирования, которая должна включать не только комплексы согласованных математических моделей и методик, но и программно-технические комплексы для их реализации, базирующие современных быстродействующих ЭВМ, а также средства доставки информации и обмена данными.

Следовательно, можно сделать вывод о том, что только объективный учет данных моделирования в сочетании с комплексами необходимых исходных мониторинговых данных, которые основаны на научных методах разработки прогнозов позволят органам управления, ответственным за борьбу с ЧЛС, принимать научно обоснованные управленческие решения и в достаточной степени гарантировать от грубых ошибок при организации борьбы с источниками ЧЛС.

Можно сделать вывод о том, что цель исследований достигнута, а поставленные задачи решены.

Только объективный учет комплексных данных прогнозирования, основанный на научных методах разработки прогнозов и принятия управленческих решений в достаточной степени гарантирует от грубых ошибок, а также может рассматриваться как залог успешного решения задач, которые стоят перед органами управления, силами и средствами МЧС России и, в целом, перед РСЧС.

Следовательно, можно говорить о том, что научное предвидение, к которому необходимо отнести прогнозирование динамики ЧЛС, служит основой для научного обоснования поддержки управленческих решений при организации эффективной борьбы с поражающими факторами источника (источников) ЧЛС.

Из сказанного выше следует, что указанные результаты исследований обладают безусловной большой практической значимостью.

В качестве перспектив дальнейших исследований в рамках данной проблематики наиболее целесообразной является необходимость создания программно-технических комплексов на основе разрабатываемых математических моделей прогнозирования динамики ЧЛС. При этом повысится скорость получения мониторинговых данных, обработки прогнозной информации, разработки прогнозов динамики ЧЛС и доведения их до соответствующих органов управления.

Список литературы:

1. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования. (1999). ГОСТ Р 22.1.09-99 введен в действие Постановлением Госстандарта России от 25 мая 1999 г. № 181. Москва, Россия: Госстандарт России.
2. Валендик Э.Н. (1979). Крупные лесные пожары. Москва, СССР: Наука.
3. Гришин А.М. (1981) Математические модели лесных пожаров. Монография. Томск, СССР: Изд-во Томского университета.

4. Гришин А.М. (2008). О математическом моделировании природных пожаров и катастроф. Журнал Вестник. Томского государственного университета. Математика и механика №2 (3), 105–114.
5. Подрезов Ю.В. (2005). Методологические основы прогнозирования динамики и последствий чрезвычайных лесопожарных ситуаций (Диссертация доктора сельскохозяйственных наук). Москва, Российская Федерация: Московский государственный университет леса.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА

Доррер Георгий Алексеевич

*д-р техн. наук, профессор, Сибирский государственный университет науки
и технологий имени академика М.Ф. Решетнева*

Аннотация. В работе рассмотрены основные тенденции и направление развития систем управления на базе современных инструментов нового технологического уклада. Примером подобной разработки может служить цифровая модель процессов распространения природных пожаров и борьбы с ними, реализованная на основе методологии вложенных сетей Петри в виде мультиагентной системы. Опыт создания и применения данной системы показывает успешное применение данного подхода для решения задач управления в современных условиях и позволяет учитывать особенности системы управления подразделениями пожарной охраны, силами и средствами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. На основе данного подхода предлагается модернизация алгоритма, использованного в разработанной и успешно применяемой мультиагентной системе «Тайга-аналитик» для решения задач управления не только при тушении природных пожаров, но и для применения в системе управления подразделениями пожарной охраны при тушении в т.ч. техногенных пожаров.

Ключевые слова: пожарная охрана, система управления, поддержка принятия решений, цифровая мультиагентная система моделирования, подразделения пожарной охраны.

В настоящее время в мире комплексное развитие цифровых технологий, основанных на создании киберфизических систем (cyber-physical system - CPS), позволяет говорить о новом историческом поворотном моменте в истории развития человечества и перехода на новый технологический уклад. По классификации отечественных ученых данный этап развития назван «Шестым технологическим укладом» [1], за рубежом более известен как «Индустрия 4.0» [2].

Планы развития Индустрии 4.0 в нашей стране определяет принятая в 2017 году Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы [3]. Стратегия определяет цели, задачи и меры по реализации внутренней и внешней политики Российской Федерации в сфере применения информационных и коммуникационных технологий, направленные на развитие информационного общества, формирование национальной цифровой экономики, обеспечение национальных интересов и реализацию стратегических национальных приоритетов.

Основными направлениями развития российских информационных и коммуникационных технологий, перечень которых может быть изменен по мере появления новых технологий, являются:

- а) конвергенция сетей связи и создание сетей связи нового поколения;
- б) обработка больших объемов данных;
- в) искусственный интеллект;
- г) доверенные технологии электронной идентификации и аутентификации, в том числе в кредитно-финансовой сфере;
- д) облачные и туманные вычисления;
- е) интернет вещей и индустриальный интернет;
- ж) робототехника и биотехнологии;
- з) радиотехника и электронная компонентная база;
- и) информационная безопасность.

Одной из основных сфер государственного управления и регулирования является сфера обеспечения общественной безопасности граждан страны. Обеспечение пожарной безопасности, в свою очередь, является одной из главных составляющих общественной безопасности. В «Стратегии

национальной безопасности Российской Федерации» одной из целей обеспечения государственной и общественной безопасности является комплексное развитие подразделений пожарной охраны, а также повышение эффективности мер по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечивающих потребности личности, общества и государства и устойчивом развитии. [4]

В настоящий момент для выполнения задач, поставленных руководством на государственном уровне в рамках повышения эффективности функционирования системы обеспечения пожарной безопасности страны в целом и выполнения задач научно-техническое обеспечения пожарной безопасности, необходимо учитывать объективные мировые тенденции развития цифровых технологий перехода на новые технологии класса «Индустрия 4.0», смену парадигмы социальных коммуникаций личности и общества в глобальном масштабе.

Законодательство Российской Федерации в области обеспечения пожарной безопасности основывается на Конституции Российской Федерации и включает в себя принимаемые в соответствии с ней федеральные законы и иные нормативные правовые акты, а также законы и иные нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации, муниципальные правовые акты, регулирующие вопросы пожарной безопасности. Основные задачи пожарной охраны, в том числе общие правовые и экономические основы обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации, вопросы регулирования отношений между органами государственной власти, органами местного самоуправления, общественными объединениями, юридическими лицами (организациями), должностными лицами, и гражданами в общем виде определены Федеральным законом «О пожарной безопасности» [5]. Нормативно определено, что организация и непосредственно тушение пожаров (реагирование на техногенную ЧС - пожар) осуществляется силами и средствами подразделений государственной противопожарной службы и различных видов пожарной охраны.

Пожарная охрана - это совокупность созданных в установленном порядке органов управления, подразделений и организаций, предназначенных для организации профилактики пожаров, их тушения и проведения возложенных на них аварийно-спасательных работ.

Положениями ст. 4 [5] предусматриваются различные виды пожарной охраны. Пожарная охрана подразделяется на следующие виды (Рис.1):

- государственная противопожарная служба;
- муниципальная пожарная охрана;
- ведомственная пожарная охрана;
- частная пожарная охрана;
- добровольная пожарная охрана.



Рис. 1. Виды противопожарной службы и пожарной охраны, предусмотренные законодательно

Независимо от вида пожарной охраны указанные подразделения имеют общие особенности систем управления, закреплённые законодательно в нормативных, правовых документах, регламентирующих данную деятельность. Схожесть структуры управления и общих функциональных элементов системы позволяют формулировать подходы и алгоритмы, применимые для подразделений любого вида пожарной охраны, которые могут рассматриваться как киберфизические системы.

Киберфизическая система предполагает наличие цифровой модели физического объекта и возможность воздействия на него (обратную связь). В рамках развития Индустрии 4.0 в зависимости от степени автоматизации процесса обмена данными различают следующие системы [11,12]: цифровая модель, цифровая тень, цифровой двойник.

Реализация киберфизических систем рассматривается как задача системной и программной инженерии, которая в соответствии с современными стандартами строится с использованием понятия жизненного цикла и процессного подхода.

В соответствии со стандартом ГОСТ__P__54147-2010 [13] жизненный цикл – это последовательность событий, которая сопровождает создание и использование информационного ресурса.

Международный стандарт ISO 9000:2015 «Quality management systems — Fundamentals and vocabulary», и национальный стандарт зарегистрированный в Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 9000-2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» [14] определяет процесс как совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих действий, преобразующих входящие данные в исходящие.

Каждый процесс в соответствии со стандартом [13] описывается в терминах следующих атрибутов:

атрибут «Название» передает область процесса в целом;

атрибут «Цели» описывает цели выполнения процесса;

атрибут «Выход (выходные результаты)» выражает заметные результаты, ожидаемые от успешной работы процесса;

атрибут «Действия» – это множества связанных задач процесса;

атрибут «Задачи» – это требования, рекомендации или допустимые действия, используемые для поддержки достижения конкретных результатов

Конкретные инструменты реализации указанного подхода зависят от специфики задачи и опыта разработчиков. Примером подобной разработки может служить цифровая модель процессов распространения природных пожаров и борьбы с ними, реализованная на основе методологии вложенных сетей Петри в виде мультиагентной системы и описанная в работе [15].

Опыт создания данной системы показывает успешное применение данного подхода для решения задач управления в современных условиях и позволяет учитывать особенности системы управления подразделениями пожарной охраны, силами и средствами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Разработанная мультиагентная система «Тайга-аналитик», предназначена для цифрового моделирования процессов распространения и локализации природных пожаров [16,17]. В настоящее время система содержит следующие программные компоненты: цифровая модель среды; агенты, моделирующие процессы распространения фронта пожара (А-агенты), агенты, моделирующие процессы действия противопожарных сил и средств (В-агенты), агенты, моделирующие процессы, воздействующие на цифровую модель среды (D агенты); агенты-менеджеры, координирующие действия других агентов (М-агенты). Гибкость системы позволяет при необходимости вводить новые типы агентов.

На основе данного подхода предлагается модернизация алгоритма для решения задач управления не только при тушении природных пожаров, но и для применения в системе управления подразделениями пожарной охраны при тушении в т.ч. техногенных пожаров.

Функционированием цифровой системы управляет пользователь – оператор, который определяет цели и задачи моделирования процессов в системе и оценивает их результаты. Для применения данного подхода при решении основной задачи подразделений пожарной охраны рассмотрены следующие компоненты системы.

Цифровая модель среды

Цифровая модель среды, определяющая общие оперативно-тактические характеристики района выезда подразделения. Как и в мультиагентной системе «Тайга-аналитик», карта местности и связанная с ней база данных должна содержать информацию о топографии и инфраструктуре местности, горючих материалах, погодных условиях, а также о доступных средствах борьбы с пожарами и их характеристиках, представленных элементами наружного противопожарного водоснабжения и создания противопожарных барьеров.

Агенты, моделирующие динамику возможного пожара (А-агенты)

В отличие от подхода, используемого в системе «Тайга-аналитик», для решения задач моделирования в условиях техногенных чрезвычайных ситуаций предлагается свойства А-агентов задавать параметрами на основе внедряемого в настоящий момент риск-ориентированного подхода и документов предварительного планирования боевых действий подразделений выполняемых на ряд объектов.

Положения ст. 8.1 Федерального закона РФ [18] предполагают два подхода для классификации объектов по тяжести потенциальных негативных последствий: по классу (категории) опасности; по категории риска. В гарнизонах пожарной охраны кроме категории риска традиционно объекты, расположенные в районе выезда, оценивается по условному номеру вызова, присеваемому в зависимости от необходимого количества сил и средств, определенных в документах предварительного планирования. Присеваемая категория риска в совокупности с номером выезда на конкретный объект в данном случае может носить условный параметр возможной интенсивности горения.

Агенты, моделирующие действие противопожарных сил (В – агенты)

Агенты типа В, аналогично с алгоритмом в системе «Тайга-аналитик», воздействуют на агентов типа А, тем самым моделируя действие сил и средств подразделений пожарной охраны. Достаточность условий для тушения пожара оценивается степенью достижения пожарно-тактических параметров инцидента (количеством огнетушащих веществ, личного состава, пожарно-технического вооружения и т.д.) определенного в документах предварительного планирования и являющейся характеристикой А агента.

Агенты, воздействующие на цифровую модель местности (D-агенты)

Агенты типа D моделируют действие сил и средств, используемых при косвенном методе борьбы с пожаром, что приводит к созданию условий для локализации и ликвидации пожара. Данные агенты могут моделировать действие различных видов сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций не относящиеся к подразделениям пожарной охраны, например, приспособленной для целей пожаротушения техники, сил и средств других аварийных служб и ведомств, при этом они не вступают в непосредственное взаимодействие с А-агентами.

Представленная цифровая мультиагентная система моделирования процессов, возникающих при решениях основной боевой задачи подразделениями пожарной охраны позволяет решать целый ряд сопутствующих задач: моделирования динамики сосредоточения сил и средств для ликвидации техногенных пожаров, принятие решений по тактике и методам борьбы с пожарами, привлечение для этой цели необходимых сил и средств, управление процессом ликвидации пожара.

Список литературы:

1. Глазьев С.Ю. Перспективы становления в мире нового VI технологического уклада // МИР. 2010. №2 (апрель–июнь). С. 4-10. Львов Д.С., Глазьев С.Ю. Теоретические и прикладные аспекты управления НТП // Экономика и математические методы. 1986. № 5. С. 793–804. Львов Д.С. Эффективное управление техническим развитием. М.: Экономика, 1990. 255.

2. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: «Эксмо», 2016. 138 с. Шваб К., Дэвис Н. Технологии четвертой промышленной революции / Пер. с англ. М.: Эксмо, 2018. 320 с.
3. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201705100002> (дата обращения: 01.10.2021).
4. Указ Президента РФ от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/3b2c6f0709cf5640388f606e66a03ed2cff6188b/ (дата обращения: 01.10.2021).
5. Федерального закона от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 27.12.2019) «О пожарной безопасности» [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения: 01.10.2021).
6. McKinsey Global Institute. A Future That Works: Automation, Employment, and Productivity, 2017. McKinsey & Company. Режим доступа: <https://www.mckinsey.com> (дата обращения: 27.10.2021)
7. R. G. Sanfelice. Analysis and Design of Cyber-Physical Systems. A Hybrid Control Systems Approach // Cyber-Physical Systems: From Theory to Practice/ D. Rawat, J. Rodrigues, I. Stojmenovic. — CRC Press, 2016. ISBN 978-1-4822-6333-6.
8. Embracing Industry 4.0 and Rediscovering Growth. Режим доступа: <https://www.bcg.com/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth.aspx> (дата обращения: 27.10.2021).
9. Industrie 4.0: The hour of implementation has arrived. Режим доступа: <https://www.siemens.com/press/en/events/2017/processindustries-drives/2017-11-sps.php>.
10. Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0. Режим доступа: <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0> (дата обращения: 27.10.2021).
11. Madni A. Leveraging Digital Twin Technology in Model-Based Systems Engineering, // A. Madni, C. Madni, and S. Lucero, Systems, vol. 7, no. 1, p. 7, Jan. 2019, doi: 10.3390/systems7010007.
12. Fuller A., Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research, // A. Fuller, Z. Fan, C. Day, and C. Barlow, IEEE Access, vol. 8, pp. 108952–108971, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2998358.
13. Национальный стандарт ГОСТ Р 54147-2010 «Стратегический и инновационный менеджмент. Термины и определения» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200086161>.
14. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200124393> (дата обращения: 27.10.2021).
15. Доррер, Г. А. Цифровая мультиагентная система моделирования процессов борьбы с природными пожарами / Г. А. Доррер, С. В. Кобыжакова, С. В. Яровой // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2021. – № 2(21). – С. 58-63. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2021.26.72.011.
16. Доррер Г.А. Моделирование динамических процессов на поверхности Земли // Г.А. Доррер, С.В. Яровой. ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении, 2018. № 4 (8). С. 53-57.
17. Dorrer G. Use of Agent-Based Modeling for Wildfire Situations Simulation // Georgy Dorrer, Sergey Yarovoy. IEEE Xplore Digital Library 2018. 3rd Russian-Pacific Conference on Computer Technology and Applications (RPC) 8-25 Aug. 2018. DOI 10.1109/RPC.2018.8481677
18. Федеральный закон РФ от 26.12.2008 № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля». [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/ (дата обращения: 01.10.2021)

АЛГОРИТМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПОВСЕДНЕВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

Мартинович Николай Викторович

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье представлен подход к оценке повседневной деятельности. В статье рассмотрены результаты исследований основных элементов системы структуры пожарно-спасательного подразделения, системы управления и основных решаемых задач. Рассмотрен существующий подход к оценке деятельности пожарно-спасательных подразделений. Предложен алгоритм оценки повседневной деятельности на основе подхода, основанного на дескрипционных логиках представляя метаданные возникающие в процессе функционирования и повседневного управления. Данный подход позволяет определить условную административную нагрузку от решаемой оперативной задачи на блоки повседневного управления подразделением. Отмечено, что данное значение условной административной нагрузки от решаемой оперативной задачи коррелируется со сложность её решения и может быть применено в дальнейшем для оценки оперативного блока, как комплексная характеристика оперативной деятельности, учитывающая в отличии от существующей, в которой применяется значение только ранга пожара и или (чрезвычайной ситуации), ряд существенных факторов. Использование вышеуказанного алгоритма позволяет, провести оценку интенсивности влияния оперативной деятельности по каждому блоку повседневной деятельности, зависимости, как от общего количества выездов, так и характера данных выездов, оцениваемых по 10 основным параметрам информации.

Ключевые слова: пожарно-спасательная часть, оценка деятельности, алгоритм, онтология, управление, информационный поток, системный анализ.

Пожарно-спасательная часть является специфическим объектом управления основной задачей которого является непосредственно реагирование на возникающие происшествия, а также решения задач повседневного управления создающих условия наиболее быстрого и эффективного реагирования на возникающие инциденты. Задачи, решаемые оперативным пожарно-спасательным подразделением, закреплены законодательно и помимо непосредственно тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ (АСР) включают ряд обеспечивающих мероприятий. [1]

Проведенное ранее в работах [2-4] функциональное моделирование процесса в совокупности с детальным изучением нормативных документов, регламентирующих деятельность системы управления подразделений пожарной охраны, а также анализ служебной деятельности должностных лиц пожарно-спасательных подразделений ГПС МЧС России в работе [2,5] позволяет выделить ключевые элементы, как при решении задач повседневного управления, так и оперативного управления.

Целью проводимого исследования является: Повышение эффективности принятия решений при управлении повседневной деятельностью подразделений пожарной охраны на основе совершенствования системы оценки объема воздействия от процессов, возникающей при решении оперативных задач.

Исходя из поставленной цели, объектом исследования является: Система управления и обеспечения функционирования подразделений пожарной охраны России различного вида.

В процессе проведения исследования предполагается применение следующих методов исследования:

- метод принятия управленческих решений, в частности декомпозиция элементов на основные составляющие блоки и определение иерархии элементов системы повседневной деятельности;
- теория системного анализа, для изучения информационных потоков и интенсивности инцидентов;
- математическое моделирование, для построения имитационных моделей;
- метод онтологического описания и теоретико-множественный метод описания процессов, для формализации предметной области.

Проведенное ранее в работах [5,6] функциональное моделирование процесса в совокупности с детальным изучением нормативных документов, регламентирующих деятельность системы управления подразделений пожарной охраны, а также анализ служебной деятельности должностных лиц пожарно-спасательных подразделений Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России в работе [8] позволяет выделить ключевые элементы, как при решении задач повседневного управления, так и оперативного управления.

В результате исследования выделены два отличающихся режима функционирования системы: функционирование в режиме оперативного управления и, в режиме повседневного управления. Структурно-функциональный анализ позволил провести декомпозицию элементов на основные составляющие блоки и определить иерархию элементов системы повседневной деятельности, а также выделить три основных специфических элемента повседневной деятельности.

Алгоритм оценки повседневной деятельности предлагается строить на основе подхода, основанного на дескрипционных логиках представляя метаданные возникающие в процессе функционирования и повседневного управления, набором триплетов вида «субъект — предикат — объект».

Под объектом в данном подходе будет пониматься оцениваемая повседневная деятельность подразделения (α_j), предикатами (β_i) в данной модели являются соответствующие отношения между субъектами (α_i), выраженное соотношением (1):

$$\alpha_j = \sum_{i=1}^j \alpha_i \beta_{ij} \quad (1)$$

где:

α_i - субъект - элемент системы (процесса), возникающих в процессе служебной деятельности;

β_i - предикат - условный «вес» влияния процессов (субъектов), возникающих в процессе служебной деятельности (активации i -го блока) и влияющий на блок повседневного управления (j).

На основе анализа структуры, для дальнейшей реализации задач исследования с помощью встроенной машины вывода (reasoner) Fact++ в редакторе Protégé по алгоритму Tableau Based проведена классификация и построена иерархия классов онтологии. Основные элементы онтологии представлены на (рис. 1).

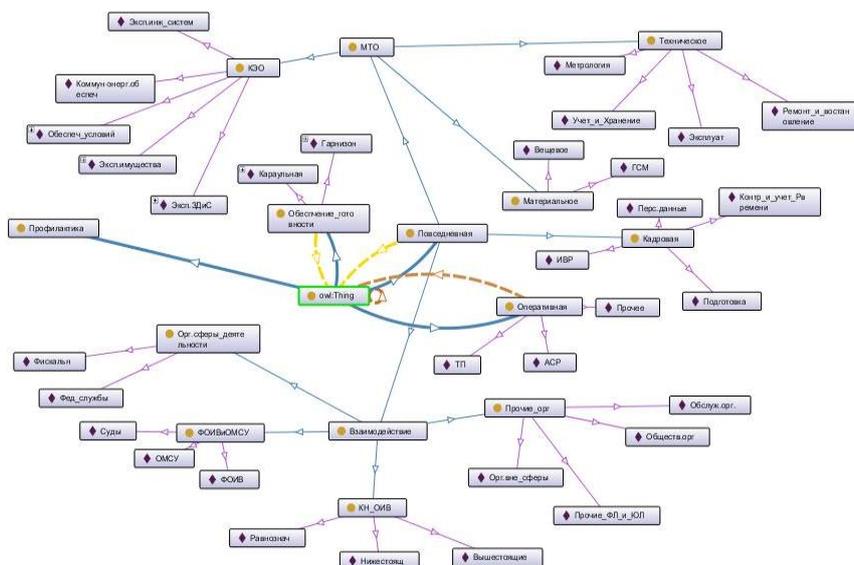


Рис. 1. Онтология процессов деятельности типового пожарно-спасательного подразделения в редакторе Protégé. Source: [составлено авторами].

Полученные при построении онтологии и представленные набором триплетов вида «субъект — предикат — объект» данные, позволили определить структуру и связи элементов оперативной деятельности с элементами повседневной деятельности необходимых для оценки и принятия управленческих решений типового пожарно-спасательного подразделения. Данное представление позволяет, в отличие от традиционного подхода проводить дальнейшую оценку деятельности учитывая интенсивность оперативной деятельности.

Влияние оперативного блока на блок управления повседневной деятельности возникает при появлении запроса на выполнение основной задачи подразделения (возникновения инцидента). При поступлении запроса на выполнение основной задачи (ТП и АСР), поток управленческих решений и необходимых для этого ресурсов увеличивается, инициируя возникновения соответствующих предикатов воздействия β_i на блоки повседневной деятельности. Оценку интенсивности влияния одного блока на другой возможно оценить по возникающим информационным потокам

Каждый возникающий инцидент содержит уникальный перечень информации поступающей в процессе выполнения задачи. Из всего массива данных, возможно выделить основной перечень характеристик информации, влияющий на соответствующий блок повседневной деятельности. Таким образом каждый элемент системы можно идентифицировать и описать в зависимости от содержащейся информации предлагаемым в работе набором информации с различными характеристиками. В первом приближении возможно выделить следующие основные группы информации, представленные в таблице.

Таблица. Сводная таблица основных параметров оперативной информации влияющих на элементы повседневного управления

№	Тип данных	Характеристика информации
1.	Логическое значение: «пожар»; «АСР»; «прочие выезды»	Вид инцидента
2.	Дискретные значения (0;5) «Пожар»; «АСР» - (0;6)	Ранг пожара/Категория ЧС
3.	Целое положительные натуральное число $-Z_3$	Количество личного состава, чел
4.	Целое положительные натуральное число $-Z_4$	Количество ПТ, ед
5.	Целое положительные натуральное число $-Z_5$	Применение доп. об. ПТ, ед
6.	Целое положительные натуральное число $-Z_6$	Применение мех. АСО, ед.
7.	Целое положительные натуральное число $-Z_7$	Применение СИЗОД, ед.
8.	Дискретные значения (0;1)	Наличие события «Инцидент с л/с»
9.	Дискретные значения (0;1)	Наличие события «Поломка техники»
10.	Дискретные значения (0;1)	Наличие события «Поломка АСО»

Поскольку оценка и детальное исследование блока оперативного управления не входит в задачи исследования, далее возможно ограничиться только бимодальными сведениями о наличии характеристики («0» -отсутствие, «1» -наличие) и количественным показателем изменения которого характеризует объем воздействия на блок повседневного управления. В приведённом в таблице перечне характеристик показатель №1. «Вид инцидента» может принимать три логических значения «пожар»; «АСР»; и «прочие выезды» и являются идентификационными признаками позволяющие проводить сортировки массива статистической информации. Показатель №2. «Ранг пожара/Категория ЧС» может принимать одно из значений двух группы логических значений: при значении показателя №1 «Вид инцидента» - «Пожар» - принимает дискретные значения от 1 до 5 в соответствии с принятой в пожарной охране условной оценки сложности пожара. При значении в «Вид инцидента» - «АСР» принимает значение от 1 до 6 соответствующей установленной Постановлением Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 (ред. от 02.04.2020) «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» классификацией чрезвычайной ситуации, предусматривающей шесть групп в зависимости от зоны воздействия ситуации и последствий: локального (объектового) характера; муниципального характера; межмуниципального характер; регионального характера; межрегионального характер; федерального характера. Показатели информации №3-№7, кроме бимодальной оценки имеют значения отражающее единицы задействованных средств, исходя из предпосылки, что каждая используемая единица формирует свой уникальный поток информации. Показатели №8-№10 принимают только бимодальные дискретные значения (0;1) характеризующие наличие или отсутствие события.

Выбор основных характеристик и ассоциирование характеристик оперативной информации с блоками повседневной деятельности, проведено на основе структурно-функционального анализа конечных элементов и верифицировано на основании данных опроса экспертов. Для реализации процедуры экспертной оценки была сформирована группа из десяти экспертов. Состав экспертной группы ограничен следующими требованиями, предъявляемыми к экспертам:

1. Опыт работы в пожарной охране в должности, непосредственно связанной с руководством пожарно-спасательного подразделения, не менее 5 лет;

2. Эксперт является действующим сотрудником МЧС России на должности связанной с руководством пожарно-спасательного подразделения.

Экспертная оценка проводилась по следующим правилам:

1. Если рассматриваемый вид информации используется в элементе блока повседневного управления блоке крайне редко или не встречается вообще – эксперт ставит оценку $O_i=0$;

2. Если рассматриваемый вид информации используется в элементе блока повседневного управления блоке постоянно – эксперт ставит оценку $O_i=1$.

Каждому конечному функциональному элементу блока повседневной деятельности относиться определенный набор характеристик информации оперативного блока. Реализация данного подхода позволяет представить информацию, возникающую в процессе оперативной деятельности и влияющую на блок повседневной деятельности в онтологической нотации как условный «вес» влияния процессов (субъектов), возникающих в процессе служебной деятельности (активации i -го блока) и влияющий на блок повседневного управления (β_i) - предикат воздействия, используемый при оценке в соотношении (1).

В процессе исследования результаты экспертной оценки были обобщены и соответствуют данным полученным в результате структурно функционального анализа. Величина коэффициента конкордации (W) по критерию Пирсона с уровнем значимости 0,05 составляет значение 0,87, что говорит о высокой согласованности мнения экспертов.

Результаты полученных данных сведены в таблицу отражающую связь информационных потоков оперативной деятельности элементами блока повседневной деятельности, количество. Таким образом данный подход позволять провести оценку степени влияния оперативной информации

на каждый выбранный блок повседневного управления, представляя данные как сумму оценок по каждому инциденту в следующем виде (2):

$$\beta_j = \sum_{i=j}^j \omega_{ji} \quad (2)$$

β_j - суммарное значение характеристик потока информации j -го инцидента
 ω_{ji} - значение характеристики i -ой оперативной информации j инцидента

При разработке алгоритма поддержки управления реализована концепция синтеза возможностей построенной модели и разработанной методики оценки объема воздействия с изучением опыта управления элементами повседневной деятельности специфического объекта управления, реализованной в процедуре экспертной оценки. В общем виде алгоритм поддержки управления деятельностью представлен на рис. 2.

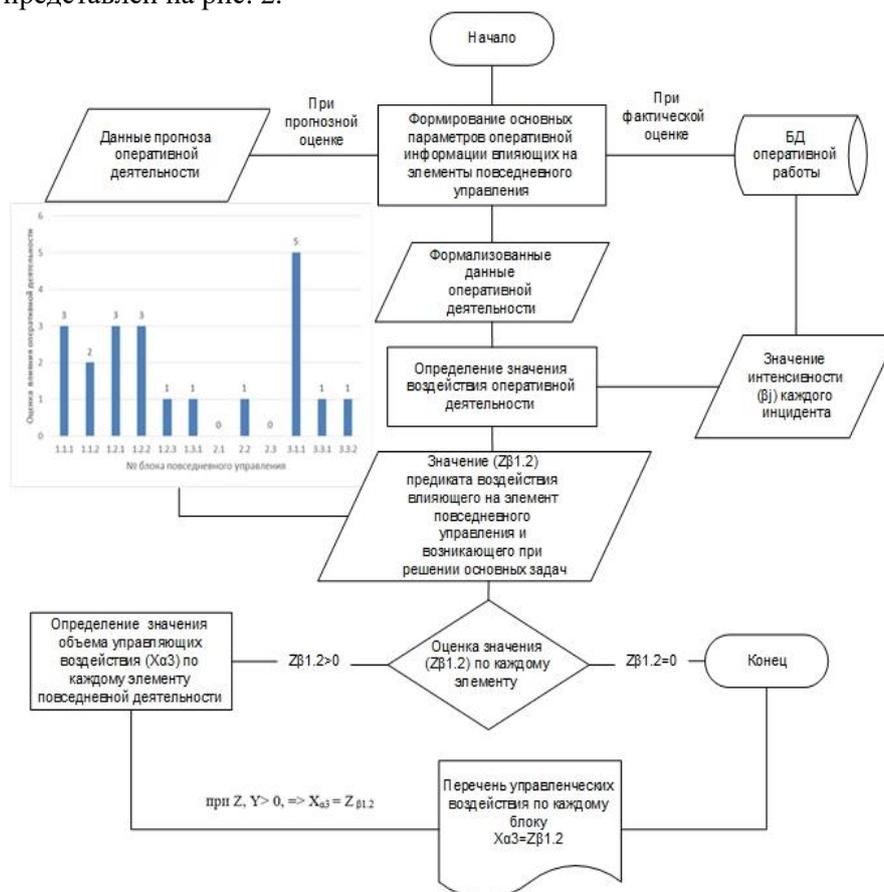


Рис. 2. Алгоритм поддержки управления повседневной деятельностью подразделения пожарной охраны (с учетом оперативного функционирования)

Разработанная модель и онтологическое описание процессов, возникающих при управлении типовыми подразделениями пожарной охраны, отличается от известных моделей тем, что рассматривает деятельность пожарно-спасательного подразделения как при решении оперативных задач, так и в условиях повседневного управления. Синтез полученных при построении данных и предлагаемой методики оценки объема воздействия на элементы повседневной деятельности, позволяет получить дополнительную (экспертную) информацию о факторах, влияющих на элементы системы, необходимую для повышения обоснованности и объема принимаемых управленческих решений при повседневном режиме управления.

Анализ опыта применения методов и подходов к оценке деятельности при решении задач пожарной охраны и проведенные исследования в данной области [5-13] показывает, что существующие в настоящий момент подходы при оценке деятельности пожарно-спасательных подразделений применяют для оценки эффективности функционирования подразделения и принятия

управленческого решения, независимые показатели по каждому направлению деятельности должностных лиц пожарно-спасательных подразделений без учета влияния различных элементов системы. Проведение оценки повседневной деятельности подразделения с учетом влияния процессов, возникающих при решении задачи в оперативном режиме не освещено.

В представленной работе решена научная задача, связанная с совершенствованием эффективности процесса управления повседневной деятельностью и обеспечения функционирования пожарно-спасательного подразделения за счет совершенствования системы оценки объема воздействия оперативной обстановки и решаемых основных задач.

Итоговое формирование мероприятий в соответствии с величиной ($X_{\alpha 3}$) происходит путем последовательного добавления мероприятия, относящихся к следующему рангу, формируя объем мероприятий в соответствии с величиной воздействия на блок ($Z_{\beta 1.2}$).

Использование данного подхода позволило определить значение величины объема управляющих воздействий ($X_{\alpha 3}$), необходимых для дальнейшего формирования алгоритма поддержки принятия управленческих решений по обеспечению повседневной деятельности с учетом оперативной деятельности.

Разработанный алгоритм позволяет выявлять дополнительную (экспертную) информацию о факторах, влияющих на элементы системы управления повседневной деятельностью, и снизить общее количество замечаний от вышестоящего руководства по вопросам обеспечения повседневной деятельности в среднем на 20 % по результатам внедрения.

Список литературы:

1. Мартинович, Н. В. Применение методов системного анализа при исследовании деятельности пожарно-спасательных подразделений / Н. В. Мартинович, И. Н. Татаркин, А. В. Антонов, [и др.] // Интернет-журнал Науковедение. – 2015. – Т. 7. – № 6(31). – С. 119. – DOI 10.15862/86TVN615.
2. Мартинович, Н.В. Особенности оценки служебной деятельности должностных лиц пожарно-спасательных подразделений Государственной противопожарной службы МЧС России / Н. В. Мартинович, А. А. Мельник, А. В. Антонов, [и др.] // Интернет-журнал Науковедение. – 2016. – Т. 8. – № 6(37). – С. 10.
3. Мартинович, Н.В. Оценка и управление деятельностью пожарно-спасательных подразделений ГПС МЧС России / Н. В. Мартинович, А. С. Смирнов, А. А. Мельник, [и др.] // Вестник Воронежского института ФСИИ России. – 2019. – № 4. – С. 109-115.
4. Мартинович, Н. В. Обзор применения методов системного анализа при исследовании деятельности пожарно-спасательных подразделений МЧС России / А. В. Антонов, В. С. Коморовский, Н. В. Мартинович // Школа молодых ученых и специалистов МЧС России - 2015 : Сборник статей по материалам научно-практической конференции, г. Железногорск, Красноярского края, 22–23 сентября 2015 года. – г. Железногорск, Красноярского края: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирская пожарно-спасательная академия» Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий», 2015. – С. 174-179.
5. Отчет о НИР «Системный анализ деятельности пожарной части» (п. 1.8 плана научной деятельности Сибирской пожарно-спасательной академии – филиала Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России на 2014 год) Отчет о НИР 2014 (заключительный)/ Сиб. пож.-спас. академия ГПС МЧС России; – Железногорск, 2015 рег. номер НИОКР 01201458857, рег. номер ИКРБС 216021250020
6. Martinovich N V Functional model of activity of the fire and rescue unit / N. V. Martinovich, A. A. Mel'nik, A. V. Kalach, A. Yu Akulov // Journal of Physics: Conference Series : Applied Mathematics, Computational Science and Mechanics: Current Problems, Voronezh, 11–13 ноября 2019 года. – Voronezh: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012007. – DOI 10.1088/1742-6596/1479/1/01200.

7. Мартинович, Н. В. Исследование деятельности караула пожарной части методом «process mining» / В. С. Коморовский, Н. В. Мартинович, П. А. Осавелюк, [и др.] // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – № 3(55). – С. 14
8. Мартинович, Н.В. Процессный подход к управлению пожарно-спасательным подразделением/ Мартинович Н.В., Калюжина Ж.С.//Материалы-научной практической конференции «Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций» г. Воронеж, 18 апреля 2014 г с. 106-108.
9. Брушлинский Н.Н., Математические методы и модели управления в Государственной противопожарной службе [Текст]: Учебник / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. - 173 с.
10. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Математические методы и модели управления в ГПС. – М.: Академия МЧС России, 2011. – 173 с.
11. Брушлинский Н.Н. Системный анализ деятельности ГПС. Учебник. - М.: МИПБ МВД России, 1998. – 255 с.
12. Соколов, С. В. Модель и алгоритм снижения последствий от пожаров через систему страхования / С. В. Соколов, В. М. Дашко // Технологии техносферной безопасности. – 2020. – № 4(90). – С. 85-101. – DOI 10.25257/TTS.2020.4.90.85-101.
13. Соколов, С. В. Имитационная система моделирования развития и тушения пожара в здании и разработка на ее основе тренажера по организации тушения пожаров / С. В. Соколов, С. В. Субачев // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2008. – № 2. – С. 102-106.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СЖИЖЕННОГО ГАЗА

Клементьев Борис Александрович
ОАО «ЯМАЛ СПГ»

Калач Андрей Владимирович

*д-р хим. наук, профессор, Уральский институт ГПС МЧС России,
Воронежский государственный технический университет*

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы пределы огнестойкости для опор технологических аппаратов/емкостей и конструкций этажерок на нефтегазовых объектах. Показано, что данные показатели определены детерминированными значения, при этом возможность применения альтернативных подходов, в том числе исходя из продолжительности пожара не реализован в российских нормативных документах.

Ключевые слова: предел огнестойкости, огнестойкость, вероятность возникновения пожара, продолжительность пожара, требования пожарной безопасности, строительная конструкция.

В настоящее время стандартом ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля» регламентирована методика определения требуемых пределов огнестойкости строительных конструкций [1].

В этих работах реализован вероятностный подход, когда сравниваются не фиксированные значения предела огнестойкости и эквивалентной продолжительности пожара, а распределения указанных величин. Аналогичный принцип реализован в британском руководстве. Обобщение основных принципов работ, где рассмотрены вероятностные аспекты определения условий пожарной безопасности производственных объектов (например, рассматривая необходимое и расчетное время эвакуации как случайные величины). Однако на практике реализуются ситуации, когда при отсутствии нормативных требований по огнестойкости собственник объекта из экономических соображений готов примириться с потерей своего объекта, снизив требуемые пределы огнестойкости, которые могут быть рассчитаны в соответствии с ГОСТ Р 12.3.047-2012. При этом в соответствии с Федеральным законом от 22.07.2009 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» должны быть обеспечены условия безопасной эвакуации (ст.6, ст. 53) и проведения мероприятий по спасению людей при пожаре (пп. 2 ч. 1 ст. 80). В этом случае, задавшись вероятностями безопасной эвакуации или спасения, следует сравнивать распределения, с одной стороны, пределов огнестойкости и, с другой стороны, времени эвакуации или спасения [2].

В связи с этим, является актуальным повышение уровня пожарной безопасности объектов защиты путем совершенствования методики оценки огнестойкости строительных конструкций на объектах защиты, является актуальной. Необходимо отметить, что задача определения требуемых пределов огнестойкости рассматривалась ранее в работах отечественных и зарубежных ученых. Однако эти работы основывались на детерминистских моделях и не учитывали, что, как пределы огнестойкости, так и параметры, определяющие эквивалентную продолжительность пожара, являются случайными величинами [3, 4].

Исследование проводили по проекту строительства объекта «Завод по производству, хранению, отгрузке сжиженного природного газа и стабильного газового конденсата на основаниях гравитационного типа» (далее – Завод СПГ и СГК на ОГТ) по адресу: Российская Федерация, Ямало-Ненецкий автономный округ, Тазовский район, береговая часть полуострова Гыданский и частично акватория Обской губы Карского моря в границах лицензионного участка недр, включающего Салмановское (Утреннее) нефтегазоконденсатное месторождение. В ходе реализации данного проекта разработаны специальные технические условия на проектирование и строительство в части обеспечения пожарной безопасности объекта «Завод по производству, хранению, отгрузке сжиженного

природного газа и стабильного газового конденсата на основаниях гравитационного типа», по адресу: Российская Федерация, Ямало-Ненецкий автономный округ, Тазовский район, береговая часть полуострова Гыданский и частично акватория Обской губы Карского моря в границах лицензионного участка недр, включающего Салмановское (Утреннее) нефтегазоконденсатное месторождение (далее - СТУ).

В соответствии с п. 4.2 СТУ числовые значения требуемых пределов огнестойкости конструкций сооружений, указанных в разделах 3.6, 4.5, 6.1.1.4, 6.1.1.5, 6.4.9, 10.8, 10.15, 16.21, 17.22 СТУ, должны быть определены и обоснованы в проекте в соответствии с положениями п. 6 ст. 15 Федерального закона от 31.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [5].

Учитывая специфические особенности рассматриваемого объекта, в том числе его сложные архитектурно-планировочные и конструктивные решения, следует отметить, что для определения расчётного времени эвакуации и спасения персонала завода при пожаре, имеющихся в нормативных документах и научно-технической литературе данных недостаточно. В связи с чем принято решение о необходимости проведения натурного эксперимента (учебной эвакуации и спасению персонала) по определению скоростей движения людей по различных участках путей эвакуации и спасения, а также определения времени эвакуации и спасения персонала в случае возникновения пожара на объекте.

По результатам исследований разработана оригинальная методика проведения учебной эвакуации и спасения персонала с технологической линии завода по производству, хранению, отгрузке сжиженного природного газа в случае пожара [6].

Проведен эксперимент по эвакуации и спасению персонала с технологической линии завода по производству, хранению, отгрузке сжиженного природного газа в случае пожара (на территории завода СПГ ОАО «Ямал СПГ»). Проведены расчеты времени эвакуации и спасения персонала с проектируемых объектов Завода СПГ и СГК на ОГТ на основании полученных результатов проведенного эксперимента.

Определены требуемые пределы огнестойкости строительных конструкций, учитывающие время, требуемое для эвакуации и спасения персонала, а также заданную надежность строительных конструкций (на основе результатов расчета времени эвакуации и спасения персонала с проектируемых объектов Завода СПГ и СГК на ОГТ).

В результате выполнения исследований получена зависимость требуемых пределов огнестойкости строительных конструкций от заданной величины надежности строительных конструкций при пожаре.

Полученные результаты рекомендуется использовать при проектировании завода СПГ и СГК на ОГТ в части определения требуемых пределов огнестойкости для несущих конструкций технологических этажерок и конструкций, размещенных вдоль путей эвакуации и спасения персонала с Технологических линий завода (верхних строений и из ОГТ). Также полученные результаты рекомендуется использовать для определения требуемых пределов огнестойкости несущих конструкций, обеспечивающих устойчивость и геометрическую неизменяемость сооружений, расположенных на расстоянии по горизонтали менее 30 м от стендеров отгрузки СПГ, противопожарных преград, разделяющих открытые трансформаторы, противопожарных экранов, разделяющих на эстакадах технологические трубопроводы, преград, разделяющих кабели и трубопроводы противопожарного водоснабжения, несущих конструкций лафетных вышек, кабелей систем противоаварийной и противопожарной защиты.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Система стандартов безопасности труда.
2. Федеральный закон от 22.07.2009 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. Klementev, B. Fire Protective Glass Fiber Reinforced Concrete Plates for Steel Structures under Different Types of Fire Exposure / Gravit, M.; Golub, E.; Klementev, B.; Dmitriev, I. // Buildings 2021, 11, 187. <https://doi.org/10.3390/buildings11050187>.

4. Клементьев, Б.А., Олейников С.Н. Основные направления развития стандартизации: обеспечение пожарной безопасности объектов производства сжиженного природного газа // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности, Иваново, 19 сентября 2018 г. Часть II – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018.С. 233-239.
5. Федеральный закон от 31.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
6. Лагозин А.Ю., Шебеко Ю.Н., Леончук П.А., Клементьев Б.А., Самошин Д.А. Экспериментальное исследование процессов эвакуации и спасения людей при пожаре с этажерки технологической линии газоперерабатывающего завода // Безопасность труда в промышленности. 2021. № 6. С. 69-74.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА НЕФТЕ И ГАЗОПРОВОДОВ

Калач Андрей Владимирович

*д-р хим. наук, профессор, Уральский институт ГПС МЧС России,
Воронежский государственный технический университет*

Сысоева Татьяна Павловна

канд. техн. наук, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. Для минимизации экологического ущерба, оперативного обнаружения аварий, оповещения персонала о возникшей проблеме и предоставлении точной информации о координатах возникновения неполадок предложены особые меры по внедрению систем дистанционного мониторинга нефте- и газопроводов.

Ключевые слова: мониторинг, арктическая зона, авария, МЧС России, нефтепровод, газопровод.

В Арктической зоне Российской Федерации (далее – АЗРФ) функционирует развитая сеть трубопроводов для транспортировки нефти и газа. Использование трубопроводов является надёжным и экономичным методом доставки жидкостей и газа, доступным для всего мира.

Длина магистральных трубопроводов в России составляла 250 тыс. км: 55 тыс. км.- нефтепроводы, 20 тыс. км.-нефтепродуктопроводы, 175 тыс. км газопроводы [1]. Утечки из нефтепроводов и резервуаров могут быть разрушительными для окружающей среды. Из истории нефтяных разливов на море самым известным и тяжелым по последствиям происшествием была авария танкера в марте 1989 года на Аляске (США). Аварии потерпел танкер «Эксон Валдез» [1]. В результате разлива 42 млн тонн нефти, загрязненными оказались территории побережья протяженностью 2080 км. Зарегистрировали гибель более 250 тыс. морских птиц, около 3000 тыс. морских выдр, несколько сотен тюленей, орлов, более 20 китов и касаток, огромное количество сельди и лосося. Нефтяной кампании Эксон был предъявлен штраф в размере 6,75 миллиардов долларов за нанесенный экологический ущерб.

Поскольку месторождения в АЗРФ находятся в зоне вечной мерзлоты, необходимо принимать особые меры уже при проектировании трубопроводов: они должны быть подняты над землей, чтобы предупредить деформацию труб и аварию с нефтеразливом в случае таяния мерзлотного грунта. Эта задача компаний, которые разрабатывают месторождение. Кроме того, трубопроводы защищают от коррозии путем применения специальной наружной и внутренней изоляции, и применяют вещества, которые закачивают в трубы для образования защитной пленки на стенках [2, 6].

Согласно официальным данным, в России утечки при авариях на трубопроводах оцениваются неоднозначно - от 3-х до 20 млн. тонн в год. На ремонт старых трубопроводов тратится до 50 млрд. руб. в год [3].

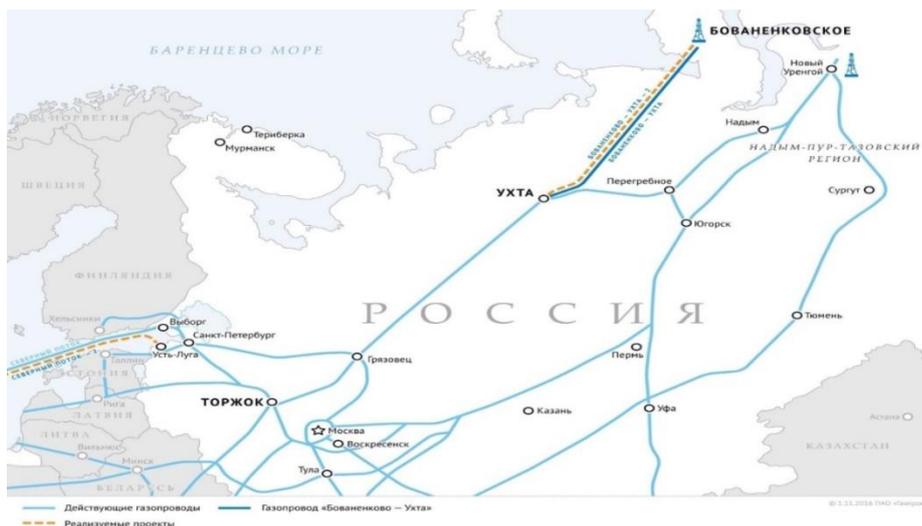


Рис. 1. Действующие и реализуемые проекты трубопроводов в России

По данным МЧС России число аварий на магистральных и внутри промысловых трубопроводах, которые привели к развитию ЧС, составило от 48 до 50 случаев. В связи с бурным развитием добычи нефти количество аварий на нефтепроводах за несколько лет увеличилось на 20 %. В отличие от других стран, в России не развито экологическое страхование, и штрафы природопользователей не превышают 20 % от реальной суммы ущерба. Для безопасности использования этой транспортной системы важным является предупреждение возможных повреждений трубопроводов и выброса в окружающую среду нефти. Нефтяные разливы в холодном климате Арктики сохраняются очень долго и наносят непоправимый вред арктической тундре, а удаление их связано с серьезными трудностями, особенно в труднодоступных и отдаленных районах АЗРФ. Значительно облегчает мониторинг трубопроводов внедрение систем дистанционного контроля состояния труб.

Для минимизации экологического ущерба необходимо быстрое обнаружение неполадок, оповещение персонала о возникшей проблеме и предоставление точной информации о координатах возникновения неполадок. Существуют разные способы контроля за состоянием трубопроводов:

- метод сравнения расхода транспортируемой жидкости в начале и в конце участка. При превышении разницы расходов определенных допустимых норм автоматически срабатывает аварийное оповещение;
- инфразвуковая система мониторинга (позволяет определить целостность конструкций и утечку нефтепродуктов на дистанционно и на значительных расстояниях);
- ультразвуковой контроль трубопроводов [4] (контроль соединительных швов без механического воздействия на конструкции);
- беспилотные летательные аппараты (далее - БЛА).

БЛА - наиболее удобные для контроля на значительном расстоянии - до 70 км (дистанционный контроль состояния трубопроводов). На сегодняшний день это наиболее эффективный и экономически выгодный метод мониторинга нефте- и газотрубопроводов. Такой способ мониторинга является наиболее современным и наиболее информационным, так как может оценить техническое состояние трубопроводов и ближайшей природной местности. На основании этих данных, можно будет создавать цифровые карты местности [5].



Рис. 2. Фото мониторинга газопровода с помощью БЛА

Существуют и системы космического мониторинга магистральных трубопроводов.



Рис. 3. Система мониторинга контроля нефти и газопроводов

Но кроме современной системы трубопроводов в АЗРФ находятся в эксплуатации, ранее построенные по старой технологии трубопроводы, которые требуют постоянного отслеживания и больших финансовых затрат на предупреждение аварийных ситуаций. Вследствие таяния и деградации вечномёрзлых почв происходит деформация труб и возрастает риск вытекания нефти.



Рис. 4. Образование провала и оголение подземного участка трубопровода

Имеющиеся средства мониторинга, на сегодняшний день, позволяют в полной мере свести к минимуму чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера, происходящие на трубопроводах, а как следствие своевременное реагирование спасательных служб на ликвидацию последствий таких аварий, что уменьшает экологический ущерб.

Список литературы:

1. Утечки из нефтепроводов- URL: <http://newsruss.ru/doc/index.php> (Дата обращения 19.05.2019)
2. Калач А.В., Калач Е.В., Черепахин А.М. Образование опасных факторов пожара на объектах нефтегазового комплекса при использовании горючей среды на основе тетрахлорметана // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2019. № 2 (13). С. 13-17.
3. Россия тратит на арктические трубопроводы 55 млрд рублей/год -URL: <https://neftegaz.ru/news/view/135745-Rossiya-tra> (Дата обращения 19.05.2019)
4. Контроль состояния трубопроводов -URL: <https://www.smis-expert.com/pages/uslugi/proektirovanie/monitoring-truboprovodov.html> (Дата обращения 19.05.2019)
5. Калач А.В. Обеспечение пожарной безопасности магистральных нефтепроводов с применением беспилотных летательных судов // в сборнике: Комплексная безопасность и физическая защита. Труды VII Мемориального семинара профессора Б.Е. Гельфанда XIV Международной научно-практической конференции. 2018. С. 248-255.
6. Калач А.В., Агеев П.М., Сыроева Т.П. Особенности проведения экспертных исследований вспышек и взрывов, возникающих при пожаре // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2021. № 2 (21). С. 19-22.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ОБЪЕМА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕМ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

Мартинovich Николай Викторович

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье представлен подход к оценке повседневной деятельности подразделений, обеспечивающих оперативное реагирования на происшествия связанных с чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера. Представлен общий анализ предметной области и обоснования актуальности проведения исследований вопросов применение методов и методик оценки процессов при повседневном управлении на уровне пожарно-спасательного подразделения. Рассмотрены и проанализированы основные элементы системы, определенные законодательством. Авторами в работе предлагается проводить оценку повседневной деятельности путем представления информационного потока, возникающего при функционировании пожарно-спасательного подразделения как систему взаимосвязанных и взаимозависимых элементов, которые позволяют обеспечивать достижения целей и задач организации. Предложенное функциональное моделирование и построение онтологических связей элементов деятельности типового пожарно-спасательного подразделения позволяет систематизировать значительный объем бизнес-процессов в данной области, требующий изучения и анализа, а также сократить время на выполнение управленческих функций. Базирующаяся на предлагаемом подходе комплексная характеристика оперативной деятельности, позволяет оценить, влияние оперативной деятельности пожарно-спасательных подразделений на различные направления повседневной деятельности.

Ключевые слова: пожарно-спасательная часть, оценка деятельности, алгоритм, онтология, управление, информационный поток, системный анализ.

Инновационное, научно-техническое развитие страны является важной составляющей благополучия государства и, как следствие, основным элементом ее национальной безопасности. В российской программе развития цифровой экономики планируется использовать новые технологии в различных сферах деятельности: Государственное управление и регулирование, информационная инфраструктура, кадры и образование, информационная безопасность, умный город и т.д. Внедрение и развитие новых технологий позволяет повысить эффективность процессов и улучшить различные аспекты деятельности практически во всех областях. В настоящее время одним из актуальных направлений развития систем управления является развитие систем, обеспечивающих безопасность. К организациям, обеспечивающим безопасность, можно отнести организации государственных органов исполнительной власти, осуществляющих оперативное реагирования на происшествия и чрезвычайные ситуации. Эти организации характеризуются сложной структурой управления, а также специфическими особенностями объема и интенсивностью поступления информации для принятия управленческих решений.

Использование методологии системного анализа, управления социальными и экономическими системами при решении различных задач в подразделениях Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России), как одного из наиболее ярких примеров организации государственных организаций органов исполнительной власти осуществляющих оперативное реагирования на происшествия, посвящены работы: Н.Н. Брушлинского [3;4;5;6]; И.Г. Малыгина, В.С. А.А. Таранцева, Ю.И. Жукова [26] и др.

Большое количество работ посвящено применению различных методов моделирования при оценке в теории профессиональной подготовки специалистов МЧС России: А.М. Новикова [19]; Ю.Г. Баскина [2] и др.

Анализ проведенных работ в исследуемой области позволяет сделать вывод о большом накопленном фундаментальном объеме знаний, имеющим практическое и теоретическое значение. В то же время рассмотренные в большинстве работы методики и подходы являются общими и требуют адаптации применительно к особенностям деятельности конкретной организации. Особую актуальность данный аспект приобретает при исследовании и применении в системах со специфическими задачами, ярким примером которых являются организации, осуществляющие оперативное реагирования на происшествия.

Согласно поставленным задач исследования на первом этапе представлены результаты исследования системы управления и особенностей функционирования типового пожарно-спасательного подразделения.

Пожарно-спасательная часть является специфическим объектом управления основной задачей которого является непосредственно реагирование на возникающие происшествия, а также решения задач повседневного управления создающих условия наиболее быстрого и эффективного реагирования на возникающие инциденты. Задачи, решаемые оперативным пожарно-спасательным подразделением, закреплены законодательно и помимо непосредственно тушения пожаров (ТП) и проведения аварийно-спасательных работ (АСР) включают ряд обеспечивающих мероприятий. [1-5]

Проведенное ранее в работах [5-8] функциональное моделирование процесса в совокупности с детальным изучением нормативных документов, регламентирующих деятельность системы управления подразделений пожарной охраны, а также анализ служебной деятельности должностных лиц пожарно-спасательных подразделений Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России в работе [5] позволяет выделить ключевые элементы, как при решении задач повседневного управления, так и оперативного управления (рис. 1).

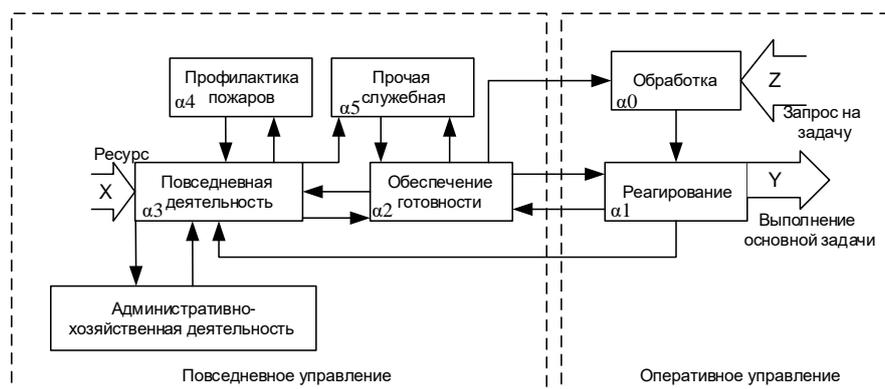


Рис. 1. Основные функциональные элементы системы управления типового пожарно-спасательного подразделения. Source: [составлено авторами].

В результате исследования выделены два отличающихся режима функционирования системы: функционирование в режиме оперативного управления и, в режиме повседневного управления. Структурно-функциональный анализ позволил провести декомпозицию элементов на основные составляющие блоки и определить иерархию элементов системы повседневной деятельности, а также выделить три основных специфических элемента повседневной деятельности.

Принятие управленческих решений и объем управленческого воздействия на системы, основывается на индивидуальных оценках комплексного показателя деятельности пожарно-спасательного подразделения.

Комплексный показатель, применяемый в настоящее время возможно представить функцией (1):

$$W_j = f(\{K_{ji}\}, r_j, p_j) \Rightarrow \max, \text{ при } K_{ji} \in [8; 25], r_j, p_j > 0 \quad (1)$$

где:

W_j - комплексный показатель деятельности, j -го пожарно-спасательного подразделения;

K_{ji} - оценка i -го показателя, j -го пожарно-спасательного подразделения;

r_j - количественный показатель результатов оперативной деятельности, j -го пожарно-спасательного подразделения (количество спасенных, предотвращенный ущерб и т.д.);

p_j - количественный показатель профилактической работы, j - го пожарно-спасательного подразделения.

Управление эффективностью подразделения, сводится к влиянию на переменные (K_j , r_j , p_j) лицом, принимающим решения, управляющими воздействиями, основанными субъективно на его личном опыте и профессионализме. Комплексную оценку деятельности должностных лиц пожарно-спасательных подразделений и как следствие эффективности функционирования всего подразделения принято проводить по показателю среднего арифметического, оценочных значений по направлениям деятельности.

Как правило, оценка проводится по трем укрупненным показателям, соответствующих видам управления: оперативная деятельность; организация караульной и гарнизонной службы (обеспечение готовности); повседневная деятельность (кадровая работа, материально-техническое снабжение, профилактика пожаров и т.д.). В настоящий момент, принятие управленческого решения по реорганизации и оптимизации процессов функционирования пожарно-спасательного подразделения, в целях повышения эффективности проводится на основании значения комплексного показателя, включающего совокупность значений по направлениям, который, в общем виде возможно представить выражением (2):

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^3 \alpha_i}{i} \quad (2)$$

где:

K_j – комплексная оценка j -го пожарно-спасательного подразделения;

α_i - оценка по i -му направлению деятельности, как правило $\alpha_i \in [8; 25]$.

Проведенные в рамках решения первой задачи результаты исследования системы управления и особенности функционирования пожарно-спасательного подразделения позволили, получить необходимую информацию для дальнейшей разработки модели описания исследуемой системы.

Алгоритм оценки повседневной деятельности предлагается строить на основе подхода, основанного на дескрипционных логиках представляя метаданные возникающие в процессе функционирования и повседневного управления, набором триплетов вида «субъект — предикат — объект».

Под объектом в данном подходе будет пониматься оцениваемая повседневная деятельность подразделения (α_j), предикатами (β_i) в данной модели являются соответствующие отношения между субъектами (α_i), выраженное соотношением (3):

$$\alpha_j = \sum_{i=1}^j \alpha_i \beta_{ij} \quad (3)$$

где:

α_i - субъект - элемент системы (процесса), возникающих в процессе служебной деятельности;

β_i - предикат - условный «вес» влияния процессов (субъектов), возникающих в процессе служебной деятельности (активации i -го блока) и влияющий на блок повседневного управления (j).

На основе анализа структуры, для дальнейшей реализации задач исследования с помощью встроенной машины вывода (reasoner) Fact++ в редакторе Protégé по алгоритму Tableau Based проведена классификация и построена иерархия классов онтологии. Основные элементы онтологии представлены на (рис. 2).

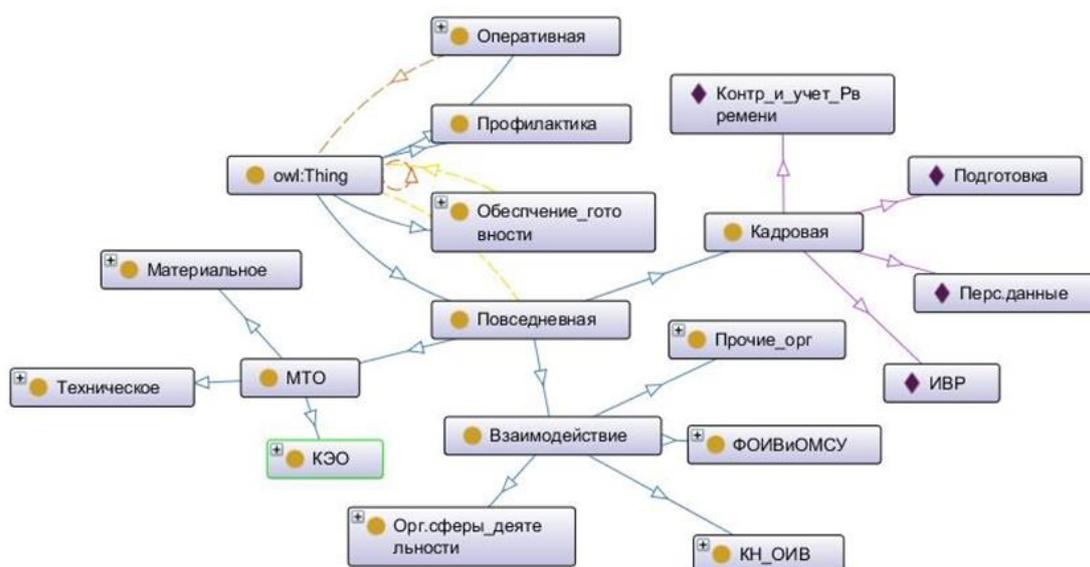


Рис. 2. Онтология процессов деятельности типового пожарно-спасательного подразделения в редакторе Protégé. Source: [составлено авторами].

Полученные при построении онтологии и представленные набором триплетов вида «субъект — предикат — объект» данные, позволили определить структуру и связи элементов оперативной деятельности с элементами повседневной деятельности необходимых для оценки и принятия управленческих решений типового пожарно-спасательного подразделения. Данное представление позволяет, в отличие от традиционного подхода проводить дальнейшую оценку деятельности учитывая интенсивность оперативной деятельности.

Влияние оперативного блока на блок управления повседневной деятельности возникает при появлении запроса на выполнение основной задачи подразделения (возникновения инцидента). При поступлении запроса на выполнение основной задачи (ТП и АСР), поток управленческих решений и необходимых для этого ресурсов увеличивается, инициируя возникновения соответствующих предикатов воздействия β_i на блоки повседневной деятельности. Оценку интенсивности влияния одного блока на другой возможно оценить по возникающим информационным потокам.

Появление информационных потоков любой организации начинается с момента принятия решения о ее создания до непосредственного начала функционирования, и продолжается на всех этапах жизненного цикла организации. Начало полноценного функционирования организации сопровождается интенсивным возникновением, как внешних входящих информационных потоков, обусловленных выполнением основных задач, так и внутренних потоков отражающих повседневную деятельность по поддержанию в готовности для выполнения задач по предназначению. Аналогично в деятельности пожарно-спасательного подразделения любое управленческое решение, возникающее функциональное событие инициирует возникновение данного потока и формирует «информационный след». В общем виде весь информационный поток типового пожарно-спасательного подразделения возможно представить в графоаналитическом виде (рис.3).

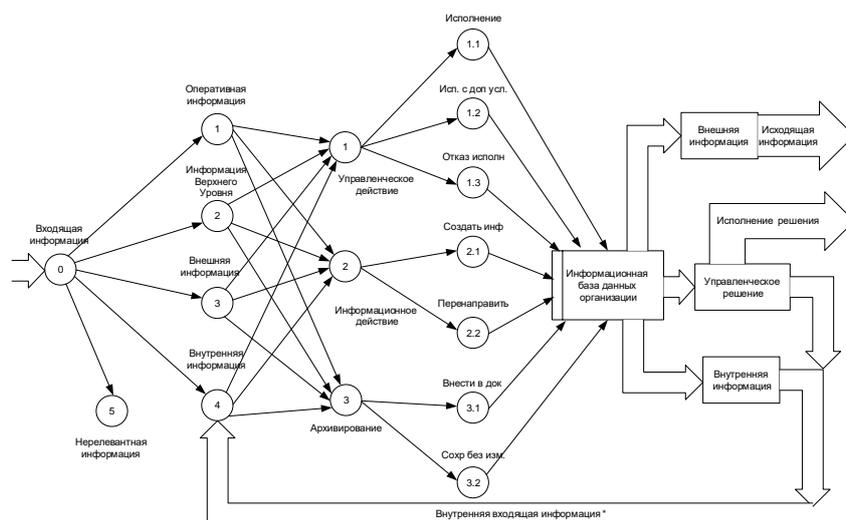


Рис. 3. Общий вид информационного потока типовой пожарно-спасательной подразделения.
Source: [составлено авторами]

Таким, образом интенсивность возникающих информационных потоков позволяет оценить интенсивность происходящих в организации процессов. Данный подход позволит провести оценку степени влияния оперативной информации на каждый выбранный блок повседневного управления, представляя данные как сумму оценок по каждому инциденту в следующем виде (4):

$$\beta_j = \sum_{i=1}^j \omega_{ji} \quad (4)$$

где:

β_j - суммарное значение характеристик потока информации j-го инцидента;

ω_{ji} - значение характеристики i-ой оперативной информации j инцидента.

Значение информационного потока β_j каждого инцидента возможно интерпретировать, как напряженность административной работы по каждому событию (рис.4).

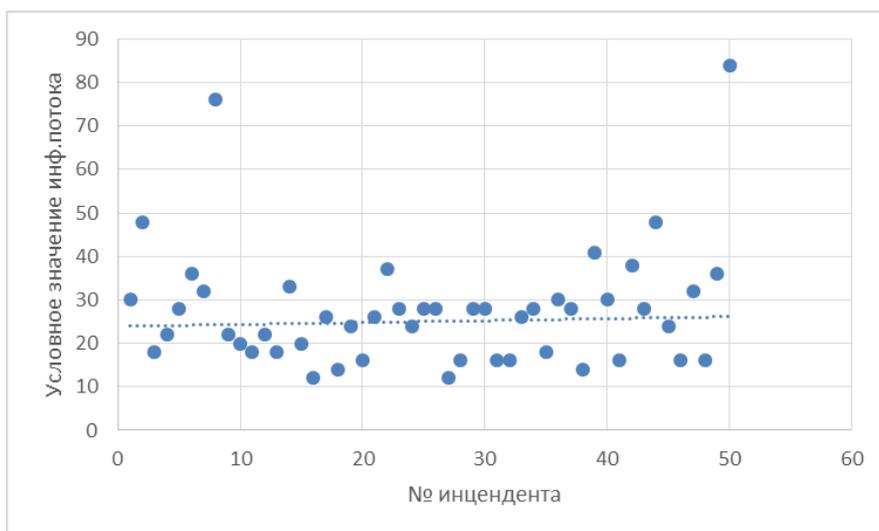


Рис. 4. Пример построения карты интенсивности инцидентов (на основе данных выезда Пожарно-спасательной части №1 по охране Центрального района г. Красноярск в период с 01.01.21-15.03.21).

Source: [составлено авторами].

Отмечено, что данное значение (β_j) коррелируется со сложностью решения оперативной задачи и может быть применено в дальнейшем для оценки оперативного блока, как комплексная

характеристика оперативной деятельности, учитывающая в отличие от существующего метода оценки, в котором применяются значения только ранга пожара и или (чрезвычайной ситуации), ряд существенных факторов.

Разработанная модель и онтологическое описание процессов, возникающих при управлении типовыми подразделениями пожарной охраны, отличается от известных моделей тем, что рассматривает деятельность пожарно-спасательного подразделения как при решении оперативных задач, так и в условиях повседневного управления. Синтез полученных при построении данных и предлагаемой методики оценки объема воздействия на элементы повседневной деятельности, позволяет получить дополнительную (экспертную) информацию о факторах, влияющих на элементы системы, необходимую для повышения обоснованности и объема принимаемых управленческих решений при повседневном режиме управления.

Существующие методы и подходы анализа, оптимизации управленческих воздействий на основе информационных потоков являются или общими не учитывающими всех аспектов функционирования или направлены на решение данных задач в конкретных системах или отраслях функционирования организации.

Таким образом, возникает необходимость разработки методики и подхода к анализу информационных потоков как дополнительной информации при принятии управленческого решения и единого источника информации, объединяющего понятия в специализированных системах обладающих общей характеристикой функционирования.

Анализ опыта применения методов и подходов к оценке деятельности при решении задач пожарной охраны и проведенные исследования в данной области [5-7,9-13] показывает, что существующие в настоящий момент подходы при оценке деятельности пожарно-спасательных подразделений применяют для оценки эффективности функционирования подразделения и принятия управленческого решения, независимые показатели по каждому направлению деятельности должностных лиц пожарно-спасательных подразделений без учета влияния различных элементов системы. Проведение оценки повседневной деятельности подразделения с учетом влияние процессов, возникающих при решении задачи в оперативном режиме не освещено.

В представленной работе решена научная задача, связанная с совершенствованием эффективности процесса управления повседневной деятельностью и обеспечения функционирования пожарно-спасательного подразделения за счет совершенствования системы оценки объема воздействия оперативной обстановки и решаемых основных задач. Применение предложенных в работе модели и алгоритма позволяет получить дополнительную (экспертную) информацию о факторах, влияющих на элементы повседневной деятельности, необходимую для повышения обоснованности, объема и своевременности принимаемых управленческих решений.

Использование предлагаемого алгоритма позволит, провести оценку интенсивности влияния оперативной деятельности по каждому блоку повседневной деятельности, в зависимости, как от общего количества выездов, так и характера данных выездов, оцениваемых по основным параметрам информации.

Список литературы:

1. Мартинович, Н. В. Применение методов системного анализа при исследовании деятельности пожарно-спасательных подразделений / Н. В. Мартинович, И. Н. Татаркин, А. В. Антонов, [и др.] // Интернет-журнал Науковедение. – 2015. – Т. 7. – № 6(31). – С. 119. – DOI 10.15862/86TVN615.
2. Мартинович, Н.В. Особенности оценки служебной деятельности должностных лиц пожарно-спасательных подразделений Государственной противопожарной службы МЧС России / Н. В. Мартинович, А. А. Мельник, А. В. Антонов, [и др.] // Интернет-журнал Науковедение. – 2016. – Т. 8. – № 6(37). – С. 10.
3. Мартинович, Н.В. Оценка и управление деятельностью пожарно-спасательных подразделений ГПС МЧС России / Н. В. Мартинович, А. С. Смирнов, А. А. Мельник, [и др.] // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2019. – № 4. – С. 109-115.

4. Мартинович, Н. В. Обзор применения методов системного анализа при исследовании деятельности пожарно-спасательных подразделений МЧС России / А. В. Антонов, В. С. Коморовский, Н. В. Мартинович // Школа молодых ученых и специалистов МЧС России - 2015 : Сборник статей по материалам научно-практической конференции, г. Железногорск, Красноярского края, 22–23 сентября 2015 года. – г. Железногорск, Красноярского края: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирская пожарно-спасательная академия» Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий», 2015. – С. 174-179.
5. Отчет о НИР «Системный анализ деятельности пожарной части» (п. 1.8 плана научной деятельности Сибирской пожарно-спасательной академии – филиала Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России на 2014 год) Отчет о НИР 2014 (заключительный)/ Сиб. пож.-спас. академия ГПС МЧС России; – Железногорск, 2015 рег. номер НИОКР 01201458857, рег. номер ИКРБС 216021250020
6. Martinovich N V Functional model of activity of the fire and rescue unit / N. V. Martinovich, A. A. Mel'nik, A. V. Kalach, A. Yu Akulov // Journal of Physics: Conference Series : Applied Mathematics, Computational Science and Mechanics: Current Problems, Voronezh, 11–13 ноября 2019 года. – Voronezh: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012007. – DOI 10.1088/1742-6596/1479/1/01200.
7. Мартинович, Н. В. Исследование деятельности караула пожарной части методом «process mining» / В. С. Коморовский, Н. В. Мартинович, П. А. Осавелюк, [и др.] // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – № 3(55). – С. 14
8. Мартинович, Н.В. Процессный подход к управлению пожарно-спасательным подразделением/ Мартинович Н.В., Калюжина Ж.С.//Материалы-научной практической конференции «Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций» г. Воронеж, 18 апреля 2014 г с. 106-108.
9. Брушлинский Н.Н., Математические методы и модели управления в Государственной противопожарной службе [Текст]: Учебник / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. - 173 с.
10. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Математические методы и модели управления в ГПС. – М.: Академия МЧС России, 2011. – 173 с.
11. Брушлинский Н.Н. Системный анализ деятельности ГПС. Учебник. - М.: МИПБ МВД России, 1998. – 255 с.
12. Соколов, С. В. Модель и алгоритм снижения последствий от пожаров через систему страхования / С. В. Соколов, В. М. Дашко // Технологии техносферной безопасности. – 2020. – № 4(90). – С. 85-101. – DOI 10.25257/TTS.2020.4.90.85-101.
13. Соколов, С. В. Имитационная система моделирования развития и тушения пожара в здании и разработка на ее основе тренажера по организации тушения пожаров / С. В. Соколов, С. В. Субачев // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2008. – № 2. – С. 102-106.

СЦЕНАРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ПОЖАРООПАСНОЙ СИТУАЦИИ НА НЕФТЯНОМ ТАНКЕРЕ

Лоран Николай Михайлович

Главное управление МЧС России по Кемеровской области – Кузбасс

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные проблемы исследования развития пожаров на нефтеперевозящих морских танкерах. Проведено сценарное моделирование развития пожароопасной ситуации на нефтяном танкере. Приведен обзор использования компьютерного моделирования процессов горения на танкерных судах.

Ключевые слова: нефтеперевозящие танкеры, нефтепродукты, моделирование, пожарная безопасность, программа для ЭВМ, пожар.

Как известно, пожары на судах, перевозящих нефтепродукты, носят затяжной характер и заканчиваются полным выгоранием нефтепродуктов, перевозимых в грузовых танках [1-4].

Анализ известных пожаров в резервуарных танках на судах, перевозящих нефтепродукты, показал, что при взрыве и под тепловым воздействием установки на горящих танках выходят из строя [3, 5-8]. В связи с этим актуальным представляется сценарное моделирование развития пожароопасной ситуации на нефтяном танкере.

Для расчета использовали программу «СИТИС: Блок 4.12» на основе модуля CFAST, реализующего двухзонную модель тепломассопереноса при пожарах. Применяемые в программе математические модели более подробно описаны в «Техническом руководстве» программы «СИТИС: Блок», в техническом руководстве программы CFAST, а также в документе СИТИС "Методические рекомендации по использованию программы CFAST".

Математическая модель соответствует описанию двухзонной модели, приведенной в разделе IV приложения 6 методики, утвержденной приказом МЧС России №382 от 30.06.2009, с учетом изменений, вносимых в методику приказом МЧС России №749 от 12.12.2011, №632 от 02.12.2015.

Для иллюстрации последствий смоделируем розлив нефти на площади 20 м² (в технологическом поддоне), вытекшей из перекачивающего насоса.

Расчетная точка располагается при выходе из секции (рис. 1).

Пожарная нагрузка – нефть.

Результаты моделирования приведены на рисунке.

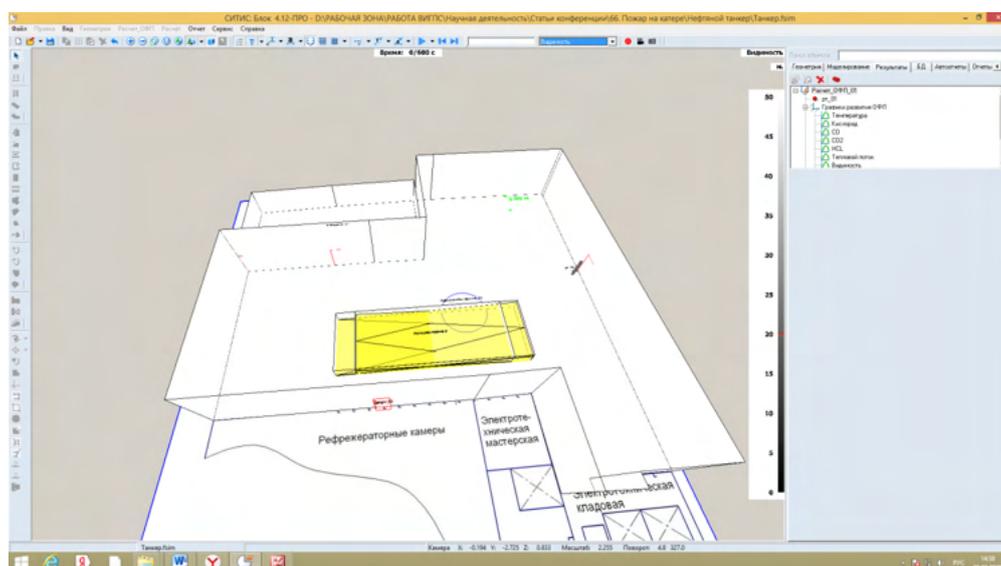


Рис. 1. Иллюстрация расположения места начала развития пожароопасной ситуации на нефтяном танкере

В качестве первого этапа изучена динамика опасных факторов пожара. Полученные расчетные данные приведены в табл.

Таблица. Динамика опасных факторов пожара для рассматриваемого сценария

Название	T, °C	O ₂ , кг/м ³	CO ₂ , кг/м ³	CO, кг/м ³	HCl, кг/м ³	AT, Вт/м ²
Значение	70	0,226	0,11	0,00116	2,3E-5	1400

Дальнейшие рассуждения следует формулировать исходя из последовательности, представленной на рис. 2.

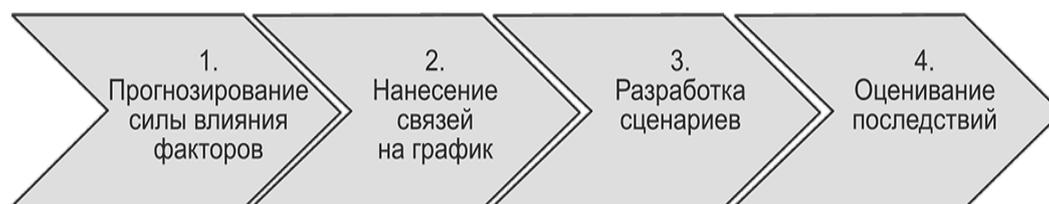


Рис. 2. Сценарное планирование

Таким образом, проведённое сценарное моделирование представляет собой не прогноз, а является описанием сравнительно предсказуемого развития события, дает возможность управлять рисками.

Список литературы:

1. Мехдиев И.Д.О., Ершов А.А. Особенности теплозащитных свойств пенообразующих систем при ликвидации пожаров на танкерах // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2021. № 1. С. 18-23.
2. Жуйков Д. А., Старков Н. Н., Триполицын А. А. Повышение эффективности применения мобильных средств пожаротушения с использованием компрессионной пены для обеспечения пожарной безопасности объектов военной инфраструктуры и воинских подразделений // Воен. инженер. 2019. № 3 (13). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-effektivnosti-primeneniya-mobilnyh-sredstv-pozharotusheniya-sispolzovaniem-kompressionnoy-peny-dlya-obespecheniya> (дата обращения: 27.12.2021).
3. Калач А. В., Гусаков А. Н., Шарапов С. В. К вопросу о совершенствовании технологии и техники пенного пожаротушения // Пожаровзрывобезопасность. 2017. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kvoprosu-o-sovershenstvovanii-tehnologii-i-tehniki-pennogo-pozharotusheniya> (дата обращения: 27.12.2021).
4. Харченко Ю.А., Гриценко А.И., Атаян Г.Э., Мелехова А.Ю. Критерий комплексной безопасности плавучих нефтегазовых платформ // Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. 2019. № 1. С. 45-48.
5. Алферов В.И., Кудрин М.А., Шапошников В.М. Расчет остаточных напряжений корпусных конструкций после пожара в аварийном танке // Труды Центрального научно-исследовательского института им. Академика А.Н. Крылова. 2015. № 86 (370). С. 201-208.
6. Сафонов В.С. Современное состояние исследований конструктивной надежности танкеров для транспортировки СПГ и последствий аварийных разливов СПГ на водной поверхности // Научно-технический сборник Вести газовой науки. 2019. № 2 (39). С. 118-128.
7. Ефимов В.В. О применимости рекомендаций международной морской организации по оценке риска систем для морских автономных надводных судов // Морской вестник. 2020. № 4 (76). С. 110-115.
8. Епихин А.И. Основные причины аварийности танкеров-газовозов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2016. № 4. С. 7-12.

АНАЛИЗ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ ПРИВЛЕКАЕМЫХ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ВЫЗВАННЫХ НЕКОНТРОЛИРУЕМЫМИ ВЗРЫВАМИ БОЕПРИПАСОВ

*Фрайденберг Александр Геннадьевич
Академия гражданской защиты МЧС России*

Аннотация. В статье приведены основные понятия, используемые для правильного понимания и изучения выбранного направления исследования, а также проведён анализ мероприятий, проводимых в целях материально-технического обеспечения специальных формирований гражданской обороны Российской Федерации и Республики Казахстан, привлекаемых для ликвидации чрезвычайных ситуаций, вызванных неконтролируемыми взрывами. Целью данной исследовательской работы является установление факторов и условий, применение которых так или иначе влияет на готовность личного состава к действиям по предназначению. Посредством применения методики системного анализа по Квейду определены критерии, показывающие влияние материально-технического обеспечения на эффективность решения задач по выполнению мероприятий плана ликвидации. Произведён краткий расчёт по определению возможностей одного отдельно взятого подразделения спасательных формирований гражданской обороны по выполнению аварийно-спасательных и других неотложных работ. Разъяснены частные показатели по результатам вычислений, которые в дальнейшем могут послужить исходными данными для разработки модели рационального выбора материально-технического обеспечения специальных формирований гражданской обороны. Так как данное обстоятельство оказывает непосредственное влияние на период выполнения мероприятий по приведению в готовность. В статье предложено применять один из известных методов сравнительной качественной оценки для проведения анализа материально-технического обеспечения специальных формирований гражданской обороны с учётом изменения некоторых условий и критериев, что в дальнейшем облегчит аналитическую работу по сбору необходимых исходных данных в данной области исследования.

Ключевые слова: аварийно-спасательные работы, специальных формирований гражданской обороны, чрезвычайная ситуация, неконтролируемый взрыв, Республика Казахстан, материально-техническое обеспечение.

Материально-техническое обеспечение (далее – МТО) подразделений специальных формирований гражданской обороны (далее – СФГО) в зоне чрезвычайной ситуации, вызванной неконтролируемыми взрывами, как и в любой другой обстановке, является одной из основ достижения успешного результата в решении поставленных перед ними задач. Кроме того, своевременное обеспечение всем необходимым для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (далее – АСДНР) является непосредственной прямой обязанностью начальников и руководителей формирований всех степеней. МТО в себя включает: оснащение специальной техникой; обеспечение личного состава продовольствием, вещевым и другим имуществом, а также горючими и смазочными материалами; запас других средств [3].

Формирования гражданской защиты (далее – ГЗ) создаются на базе организаций, с целью, при необходимости, оперативного проведения АСДНР. Структурно входят в силы ГЗ [2]. Личный состав, как правило комплектуется из работников объекта, в зависимости от поставленных перед формированием задач, если это не специализированные формирования тогда люди в обязательном порядке должны пройти курсы подготовки.

Комплекс мероприятий включающий в себя обеспечение действий подразделений СФГО регламентируются планами действий по ликвидации ЧС района (объекта). В нём, собственно, и расписаны основные положения, распределены обязанности между обеспечивающими подразделениями. Материально-техническое обеспечение формирований непосредственного осуществляется подразделениями (группами, звеньями) МТО.

Успех материально-технического обеспечения формирований достигается заблаговременным созданием и рациональным распределением требуемых материальных средств. А также регулярным восполнением их расходов при проведении АСДНР. Для отработки навыков взаимодействия формирований ежегодно проводятся объектовые тренировки и тактико-специальные учения, на которых рассматривается две либо три учебные точки. Соответственно, если это происходит на пожаровзрывоопасном объекте, актуально будет одним из учебных вопросов установить АСДНР в зоне чрезвычайной ситуации, вызванной неконтролируемыми взрывами, в том числе и боеприпасов.

Согласно настоящих исследовательских разработок мероприятия МТО предусматривают организацию снабжения формирований всеми средствами, необходимыми для проведения АСДНР в очагах поражения неконтролируемых взрывов боеприпасов [1]. МТО организуется руководителем территориальной подсистемы гражданской защиты, а также управлением по гражданской обороне и защите в чрезвычайных ситуациях местных исполнительных органов. Осуществление непосредственных функций, предписанных МТО, проводится службами, специально распределенными по обязанностям. Службы по направлениям обеспечения создаются в каждом отдельном случае по-разному. Руководитель на своё усмотрение и в зависимости от экономических возможностей, а также количества работников имеют право создавать объединённые подразделения.

С точки зрения ранее опубликованных исследований, в которых сделаны следующие некоторые выводы, разъясняется, что по результатам оценки обстановки делаются выводы о видах предстоящих работ, их объеме и трудоёмкости. Объём выполняемых работ в зоне чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС), вызванных неконтролируемыми взрывами боеприпасов, требуемый состав сил и средств для ликвидации её последствий являются исходными данными для выбора рационального варианта распределения спасательных формирований по объектам, пострадавшим от воздействия взрывов и вторичных факторов взрыва [4]. Но при этом не учитываются ограничения производительности и условия, в которых выполняются АСДНР.

Далее в рукописи будут проведены некоторые расчёты, позволяющие вывести расчётную единицу для необходимых вычислений с учётом указанных условий.

Материально-техническое обеспечение формирования организует его командир. Его осуществляют группы обеспечения, специально создаваемые для этих целей в формированиях. Формирования, в которых не созданы группы обеспечения, как правило, снабжаются подвижными пунктами (питание, продовольствие, вещи) и подвижными автозаправочными станциями. Командир формирования несет полную ответственность за МТО. Он должен владеть информацией по состоянию обеспечения и вести контроль по имеющимся запасам у подразделений. В распоряжении по МТО командир формирования ГЗ указывает: задачи формирований; объем и сроки их выполнения; районы, порядок и сроки их развертывания. Основные усилия формирований ГЗ, занимающихся МТО при ликвидации последствий ЧС, вызванных неконтролируемыми взрывами боеприпасов следует сосредотачивать на организации питания привлекаемых для этого сил, пораженных, на медицинское обеспечение и снабжение привлеченных сил ГСМ.

Целью данной научно-исследовательской работы состоит в определении исходных данных для разработки рекомендаций по повышению готовности личного состава специальных формирований гражданской обороны к действиям по предназначению. Основной задачей для достижения цели является установление факторов и условий, применение которых так или иначе влияет на исследуемый объект.

Как показывает практика, даже на примере недавних случаев ликвидации ЧС, вызванных неконтролируемыми взрывами боеприпасов на территориях России (Ачинск, Желтухино) [5] и Казахстана (Арыс, Жамбылская область) [6] и их последствий, невозможно заранее спрогнозировать точное развитие какого-либо варианта объема работ в зоне ЧС, который будет необходимо выполнить. Но при этом учитывая ряд особенностей объекта, на котором произошли взрывы возникает

возможность выявить некоторые исходные данные. Это может служить отправной точкой для проведения расчёта, приближенного к реальному значению объема работ, необходимых выполнить для успешной ликвидации. После того, как согласно известным методикам будет рассчитан объём работ, возникает необходимость определения достаточного количества подразделений СФГО для эффективного проведения мероприятий по ликвидации и рационального использования материально-технических средств. Данное вычисление позволит ввести в расчёты определённую меру, которая будет являться расчётной единицей и сократит время вычислений в дальнейшем.

Как показывает практика, даже на примере недавних случаев ликвидации ЧС, вызванных неконтролируемыми взрывами боеприпасов на территориях России (Ачинск, Желтухино) и Казахстана (Арыс, Жамбылская область) и их последствий, невозможно заранее спрогнозировать точное развитие какого-либо варианта объема работ в зоне ЧС, который будет необходимо выполнить. Но при этом учитывая ряд особенностей объекта, на котором произошли взрывы возникает возможность выявить некоторые исходные данные. Это может служить отправной точкой для проведения расчёта приближенного к реальному значению объема работ, необходимых выполнить для успешной ликвидации. После того, как согласно известным методикам будет рассчитан объём работ, возникает необходимость определения достаточного количества подразделений для эффективного проведения мероприятий по ликвидации и рационального использования материально-технических средств. Данное вычисление позволит ввести в расчёты определённую меру, которая будет являться расчётной единицей и сократит время вычислений в дальнейшем.

Для расчёта возможностей по выполнению определённого объема работ одного подразделения примем исходные данные указанные ниже:

1. Количество технических средств (далее – ТС) привлекаемой для АСДНР;
2. Производительность ТС;
3. Коэффициент привлечения ТС;
4. Условия, в которых выполняются АСДНР.

Производительность, которую машина развивает в конкретных условиях применения, при средней квалификации обслуживающего персонала принято называть – эксплуатационной производительностью (\mathcal{E}_n).

$$\mathcal{E}_n = T_n t_k * P_k \quad (1)$$

где,

T_n – техническая производительность;

t_k – коэффициент времени;

P_k – коэффициент учитывающий условия в которых проводятся АСДНР (климатические, географические условия, освещенность, а так же необходимость ведения работ с использованием СИЗ и навыки (подготовка) личного состава.

$$t_k = 1 - t_{пер} + t_{ро} + t_{пр}$$

$t_{пер}$ – время прибытия ТС в зону ЧС;

$t_{ро}$ – время перевода из походного положения в рабочее;

$t_{пр}$ – время на обслуживание ТС.

$$P_k = d_1 * d_2 * d_3 * d_4 * d_5$$

d_1 – коэффициент для АСДНР на местности находящейся в дыму, либо под воздействием радиации;

d_2 – коэффициент учёта категории разрабатываемого грунта;

d_3 – коэффициент учёта условия освещенности;

d_4 – коэффициент учёта климатических условий;

d_5 – коэффициент учёта опыта личного состава.

Возможности подразделений специальных формирований гражданской обороны по выполнению одного из видов АСДНР необходимо определять, как сумму возможностей различной техники, находящейся на оснащении данного подразделения, привлекаемое для выполнения данного вида работ. Также необходимо прибавлять к полученному результату человеческие ресурсы, находящиеся в распоряжении вверенных подразделений.

Такой подход предоставляет больше исходных данных и даёт более узконаправленные сведения для подготовки формирований отправляющихся на ликвидацию последствий ЧС, вызванных неконтролируемыми взрывами боеприпасов, так как на сегодняшний день, как правило, используются только комплексные методики [4], разработанные для военного периода. В мирное же время мы обладаем условиями отличными от него, в связи с этим критерии и возможности подлежат изменению.

Таким образом установленные факторы и условия, посредством определения границ и средств достижения, регламентированные методом анализа по Квейду, позволяют в дальнейшем построение удобной в каждом конкретном случае своей модели для предпочтительного курса действий по материально-техническому обеспечению формирований.

Учитывая проанализированные научно-исследовательские работы, необходимо понимать, что в данной статье были произведены вычисления, которые вобрала в себя уже имеющийся опыт расчётов в комплексных методиках, но как правило, они применяются в военное время. Данное обстоятельство не позволяет рассматривать облегченные варианты материально-технического обеспечения, а наоборот приводит к усложнению и прибавлению максимального оснащения. Тогда как, в мирное время более рационально использовать условия отличные от таковых.

Интерпретируя вышеизложенное, необходимо добавить, что объективно данный расчёт будет удобен в использовании мирного времени, предполагая немаловажную на сегодняшний день финансовую составляющую, так как не берутся в учёт риски вероятные в военное время.

Таким образом, определив возможности выполняемого объёма подразделения в конкретных условиях сложившихся в результате ЧС, вызванных неконтролируемыми взрывами боеприпасов, представляется возможным более рационально применить специальные формирования гражданской обороны, сохраняя их эффективность при экономичном и ограниченном расходовании материально-технических ресурсов. Существующие известные методические аппараты позволяют также и другими различными способами рассчитать возможности подразделений, суть в данном случае заключена в том, чтобы привести ресурсы подразделений к определённой расчётной единице, обобщающей состав сил и средств к единому знаменателю. Для того, чтобы впоследствии упростить сложные расчёты и сделать доступными для каждого командира подразделения.

Данный подход особенно актуален в нынешних условиях, так как нелёгкая борьба всего мира с коронавирусом, которая длится уже более двух лет, нанесла ощутимый урон по финансовому сектору, каждого государства, каждого объекта экономики, буквально каждой семьи, что играет важную роль для безопасности планеты в области гражданской защиты!

Список литературы:

1. Бугков П.П. (2007) Материально-техническое обеспечение при ЧС. С-Петербург, Россия.
2. Министерство внутренних дел. (2015) Об утверждении Правил создания, содержания, МТО, подготовки и привлечения формирований гражданской защиты (№ 387). Нур-султан, Казахстан: Ак Орда.
3. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. (2012) Об организации материально-технического обеспечения системы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (№ 555). Москва. Россия.
4. Пархомчик Э.А., Пономарёв А.И. (2019) Комплексная методика обоснования рациональной группировки сил и средств, привлекаемой для ликвидации чрезвычайной ситуации в военное время. Научные и образовательные проблемы гражданской защиты, 61, № 2 (41).
5. Скобельцына Е. Хронология взрывов на складах боеприпасов в России с 2010 года. <https://tass.ru/info/9656853> Доступен с 7 октября 2020.
6. Хабар 24 (2012) Боеприпасы из Арыси хранились на горящем в Таразе складе. <https://24.kz/ru/news/social/item/494930-boepripasy-iz-arysi-khranilis-na-goryashchem-v-taraze-sklade> Доступен с 27 августа 2021.

МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОВСЕДНЕВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

Мартинovich Николай Викторович

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье представлен общий анализ предметной области и обоснования актуальности проведения исследований вопросов применения методов и методик оценки процессов при повседневном управлении на уровне пожарно-спасательного подразделения. Рассмотрены и проанализированы основные элементы системы, определенные законодательством. Авторами в работе предлагается проводить оценку повседневной деятельности путем представления информационного потока, возникающего при функционировании пожарно-спасательного подразделения как систему взаимосвязанных и взаимозависимых элементов, которые позволяют обеспечивать достижения целей и задач организации. Предложенное функциональное моделирование и построение онтологических связей элементов деятельности типового пожарно-спасательного подразделения позволяет систематизировать значительный объем бизнес-процессов в данной области, требующий изучения и анализа, а также сократить время на выполнение управленческих функций.

Ключевые слова: пожарно-спасательная часть, оценка деятельности, алгоритм, онтология, управление, информационный поток, системный анализ.

Анализ нормативной базы, регламентирующей функционирование единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, как элемента национальной безопасности, анализ статистики пожаров и чрезвычайных ситуаций за последние годы позволяет сделать вывод о том, что подразделения пожарной охраны представляют собой основные силы, обеспечивающие защиту людей от техногенных чрезвычайных ситуаций (в т.ч. пожаров). Фактически пожарная охрана является первым подразделением, прибывающим и участвующим в спасении людей, ликвидации последствий разных инцидентов и происшествий, не ограничиваясь только тушением пожаров. Независимо от вида пожарной охраны данные подразделения имеют общие особенности систем управления, закреплённые законодательно в нормативных, правовых документах, регламентирующих данную деятельность. Схожесть жесткой нормативной структуры управления и общих функциональных элементов системы позволяют формулировать подходы и алгоритмы, применимые для подразделений любого вида пожарной охраны. Общей отличительной чертой рассматриваемой системы является существенная роль человеческого фактора (руководителя подразделения) в управлении деятельностью. Следует отметить, что задачи, решаемые подразделениями пожарной охраны, помимо непосредственного тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ (АСР), включают ряд дополнительных мероприятий, успешное выполнение которых является залогом готовности к выполнению основных задач по предназначению. Это обуславливает актуальность разработки новых моделей и алгоритмов управления деятельностью подразделений пожарной охраны, обеспечивающих эффективную реализацию государственной политики в области пожарной безопасности.

К организациям, обеспечивающим безопасность, можно отнести организации государственных органов исполнительной власти, осуществляющих оперативное реагирование на происшествия и чрезвычайные ситуации. Эти организации характеризуются сложной структурой управления, а также специфическими особенностями объема и интенсивности поступления информации для принятия управленческих решений.

Пожарно-спасательная часть является специфическим объектом управления основной задачей которого является непосредственно реагирование на возникающие происшествия, а также решения задач повседневного управления создающих условия наиболее быстрого и эффективного реагирования на возникающие инциденты. Задачи, решаемые оперативным пожарно-спасательным подразделением,

закреплены законодательно и помимо непосредственно тушения пожаров (ТП) и проведения аварийно-спасательных работ (АСР) включают ряд обеспечивающих мероприятий. [1,4,5]

Установлены особенности и структура взаимодействия между подсистемами. Проведенный анализ позволил выполнить декомпозицию системы управления деятельностью подразделения пожарной охраны (рис. 1).



Рис. 1. Общая структура элементов управления подразделения пожарной охраны (ТП-тушение пожаров; АСР-аварийно-спасательные работы)

На основе полученной информации формализовано описание структуры исследуемой системы в терминах теоретико-множественных отношений при решении основной задачи тушения пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, и в режиме управления повседневными задачами, прямо не относящихся к оперативной работе подразделения:

- при решении задач оперативного управления:

$$P_{NB} \cup \{ \{ \alpha_0, \alpha_1 \} \subseteq (Z \cup Y), \{ \alpha_2, \alpha_3 \} \subseteq X \} \quad (1)$$

где P_{NB} – множество состояний системы при решении оперативных задач; α_0 – множество состояний управленческих воздействия на прием и обработку запроса (сообщений) на выполнение основной задачи; α_1 – множество управляющих воздействий на выполнение основной задачи (ТП и АСР); α_2 – множество управляющих воздействий на обеспечение оперативной готовности подразделения; α_3 – множество управляющих воздействий на обеспечение повседневной деятельности; X – множество состояний поступающих ресурсов; Y – множество состояний выполнения основной задачи (запроса); Z – множество состояний поступающих запросов.

- при решении задач повседневного управления:

$$P_{D2D} \cup \{ \{ \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5 \} \subseteq X, \{ \alpha_0, \alpha_1 \} \subseteq (Z \cup Y) \} \quad (2)$$

где, P_{D2D} – множество состояний системы при решении повседневных задач; α_0 – множество состояний управленческих воздействия на прием и обработку запроса (сообщений) на выполнение основной задачи; α_1 – множество управляющих воздействий на выполнение основной задачи (ТП и АСР); α_2 – множество управляющих воздействий на обеспечение оперативной готовности подразделения; α_3 – множество управляющих воздействий на обеспечение повседневной деятельности;

α_4 – множество управляющих воздействий на обеспечение деятельности по профилактике пожаров; α_5 – множество управляющих воздействий на обеспечение прочей служебной деятельности в т.ч. организации взаимодействия с органами власти и деятельности РСЧС; X – множество состояний поступающих ресурсов; Y – множество состояний выполнения основной задачи (запроса); Z – множество состояний поступающих запросов.

Определены основные зависимости элементов. Установлено, что при отсутствии запросов на выполнении основной задачи элементы блока оперативного управления не активированы и находятся в режиме ожидания:

$$\text{при } Z = 0, \Rightarrow \alpha_0 = 0 \text{ и } \alpha_1 = 0 \quad (3)$$

Установлено, что элементы блока повседневного управления продолжают функционировать и при отсутствии инцидентов и управленческих решений оперативного блока ($Z = 0$), потребляя ресурсы и обеспечивая готовность элементов системы α_0, α_1 :

$$\text{при } Z, Y = 0, \Rightarrow X = \sum_{i=1}^5 \alpha_i > 0 \quad (4)$$

При поступлении запроса на выполнении основной задачи (ТП и АСР) поток управленческих решений и необходимых для этого ресурсов увеличивается, инициируя возникновения предиката воздействия β_0 на элемент α_1 , который в свою очередь активирует соответственно предикаты $\beta_{1.1}, \beta_{1.2}$:

$$\text{при } Z, Y > 0, \Rightarrow X = \alpha_1 \times \beta_0 + \alpha_2 \times \beta_{1.1} + \alpha_3 \times \beta_{1.2} + \alpha_4 + \alpha_5 \quad (5)$$

Отмечено, [2-5] что связь количества инцидентов (Z) и управленческих решений оперативного блока и соответственно выполняемых задач (Y) имеет сложную зависимость и не является прямой.

Для дальнейшего исследования принято допущение, что элементы системы: управляющие воздействия на обеспечение прочей служебной деятельности (α_5) и множество воздействия на обеспечение деятельности по профилактике пожаров (α_4) имеют ресурсный вес и условно не имеют зависимости от количества инцидентов (Z) и управленческих решениях оперативного блока (Y).

Исходя из установленной предпосылки, что ресурсы, используемые системой управления повседневной деятельностью должны соотноситься с объемом работы основной задачи, которую они обеспечивают в целях повышения эффективности системы повседневного управления, необходимо решение задачи нахождения значения предиката воздействия ($\beta_{1.2}$), возникающего при решении основных задач, на объем управленческих воздействий при повседневной деятельности (α_3), т.е. удовлетворять соотношению (6):

$$\text{при } Z, Y > 0, \Rightarrow X_{\alpha_3} = Z_{\beta_{1.2}} \quad (6)$$

где X_{α_3} - условное значение объема управляющих воздействий на обеспечение повседневной деятельности при решении основных задач; $Z_{\beta_{1.2}}$ - значения предиката воздействия, влияющий на элемент повседневного управления и возникающий при решении основных задач

Проведенные в рамках решения задачи исследования системы управления и особенности функционирования [2-5,10-14] подразделения пожарной охраны позволили получить необходимую информацию для дальнейшей разработки модели описания исследуемой системы. Логическое обобщение проведенного исследования позволило формализовать описание структуры системы управления в терминах теоретико-множественных отношений.

По результатам анализа выделены три основных специфических элемента повседневной деятельности. Выполнена декомпозиция системы управления повседневной деятельностью подразделения пожарной охраны и построена иерархия подсистемы управления повседневной деятельностью.

На основе полученной при анализе информации была построена функциональная модель деятельности подразделения пожарной охраны в нотации IDEF0 (рис. 2).

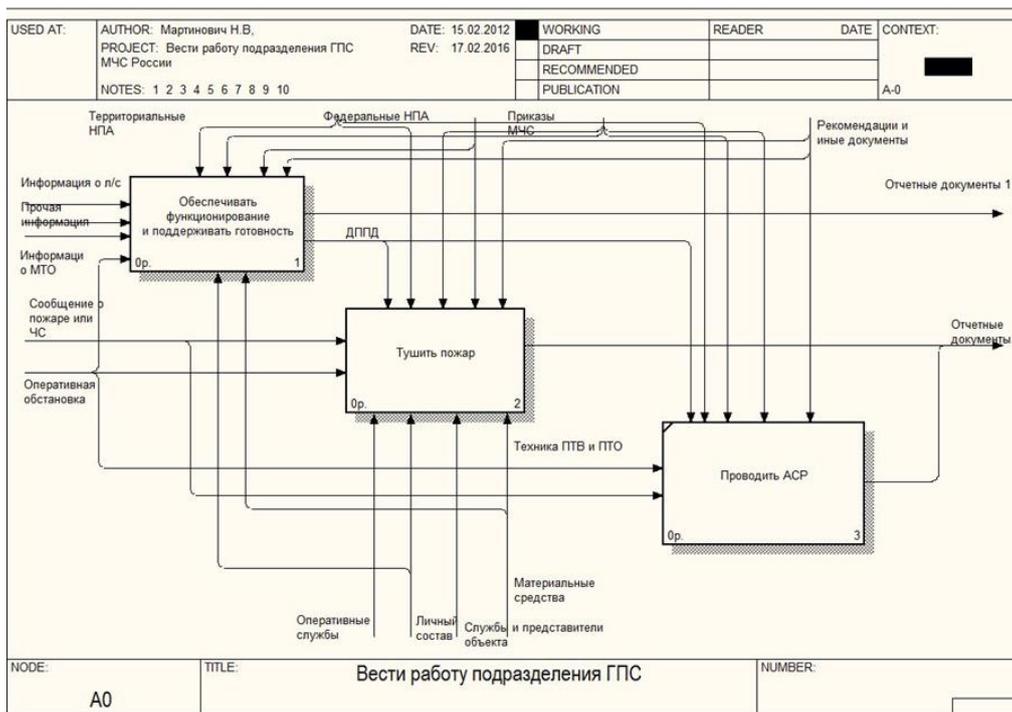


Рис. 2. Диаграмма A0 в нотации IDEF0

Использование данной нотации позволило отобразить и исследовать структуру и функции системы, а также проанализировать потоки информации и материальных объектов, связывающие эти функции. На основе анализа структуры с помощью встроенной машины вывода (reasoner) Fact++ в редакторе Protégé по алгоритму Tableau Based проведена классификация и построена иерархия классов онтологии деятельности подразделения пожарной охраны (рис. 3).

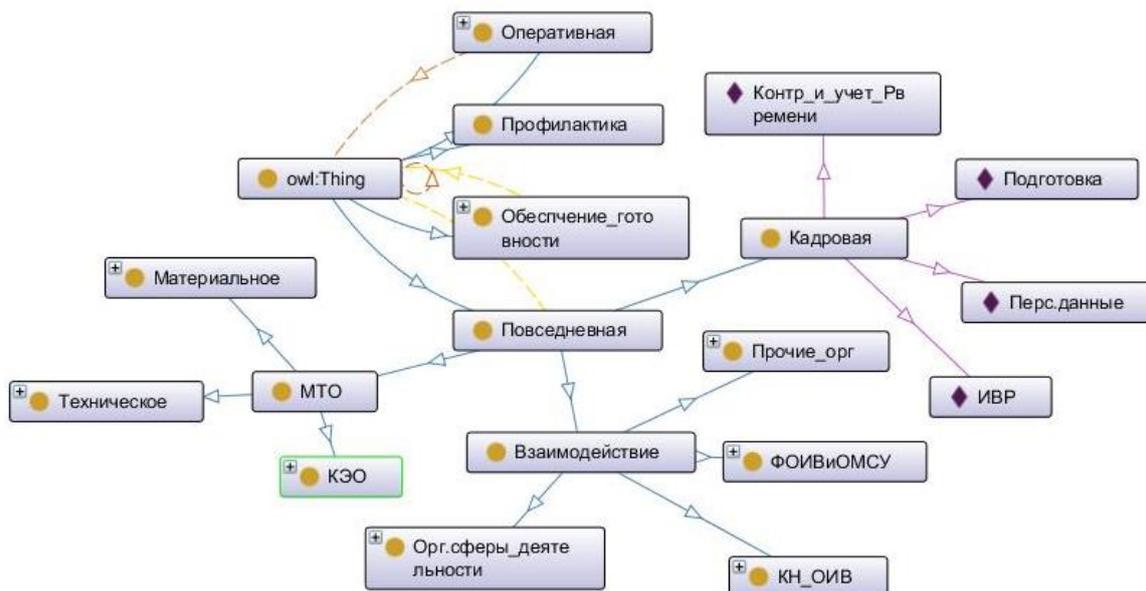


Рис. 3. Онтология деятельности подразделения пожарной охраны

Полученные при построении онтологии и представленные набором триплетов вида «субъект — предикат — объект» данные позволили определить структуру и взаимосвязь факторов оперативной деятельности с соответствующими процессами повседневного функционирования, необходимых для оценки и принятия решений при управлении деятельностью подразделения пожарной охраны.

Данное представление позволяет, в отличие от традиционного подхода, проводить дальнейшую оценку эффективности системы управления повседневной деятельностью с учётом интенсивности оперативного функционирования.

Установлено, что влияние факторов оперативного функционирования на эффективность повседневной деятельности усиливается при появлении запроса на выполнение основного рабочего процесса деятельности подразделения (в случае возникновения инцидента). При поступлении запроса на выполнение основных рабочих процессов (ТП и АСР), поток управленческих решений и необходимых для этого ресурсов возрастает, инициируя возникновения соответствующих предикатов воздействия β_i на блоки повседневной деятельности

Анализ проведенных работ [5-11] в исследуемой области позволяет сделать вывод о большом накопленном фундаментальном объеме знаний, имеющим практическое и теоретическое значение. В то же время рассмотренные в большинстве работы методики и подходы являются общими и требуют адаптации применительно к особенностям деятельности конкретной организации. Особую актуальность данный аспект приобретает при исследовании и применении в системах со специфическими задачами, ярким примером которых являются организации, осуществляющие оперативное реагирования на происшествия. Анализ проведенных работ в исследуемой области позволяет сделать вывод о большом накопленном фундаментальном объеме знаний, имеющим практическое и теоретическое значение. В то же время рассмотренные в большинстве работы методики и подходы являются общими и требуют адаптации применительно к особенностям деятельности конкретной организации. Особую актуальность данный аспект приобретает при исследовании и применении в системах со специфическими задачами, ярким примером которых являются организации, осуществляющие оперативное реагирования на происшествия.

Построенная модель системы управления повседневной деятельностью подразделения пожарной охраны, позволяет на основе онтологического и функционального описания формализовать структуру с учетом влияния процессов, возникающих при выполнении оперативных мероприятий. Построена и обоснована иерархия элементов системы управления повседневной деятельностью подразделением пожарной охраны.

Детализированы основные процессы, установлены системные связи и закономерности функционирования подразделения пожарной охраны в режиме повседневной деятельности и при решении оперативных задач, систематизированы факторы, влияющие на эффективную деятельность подразделения пожарной охраны. Созданная модель системы управления обеспечивает адаптивный поиск управленческих решений при решении задач, возложенных на подразделение пожарной охраны.

Список литературы:

1. Оценка и управление деятельностью пожарно-спасательных подразделений ГПС МЧС России / Н. В. Мартинович, А. С. Смирнов, А. А. Мельник, А. В. Калач // Вестник Воронежского института ФСИИ России. – 2019. – № 4. – С. 109-115.
2. Functional model of activity of the fire and rescue unit IOP Conf. Series / N.V. Martinovich [et al] // Journal of Physics: Conf. Series 1479 (2020) 012007. doi: 10.1088/1742-6596/1479/1/012007.
3. Мартинович Н.В. Применение параметрического подхода при анализе и оценки информационного потока документооборота пожарно-спасательного подразделения/Мартинович Н.В., Калач А.В., Мельник А.А.//Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2020. № 3. С. 154-161.
4. Мартинович Н.В. Применение методов системного анализа при исследовании деятельности пожарно-спасательных подразделений / Мартинович Н.В., Мельник А.А., Антонов А.В., Татаркин И.Н //Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №6 (2015) Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/86TVN615.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. doi: 10.15862/86TVN615
5. Системный анализ деятельности пожарной части (п. 1.8 плана научной деятельности Сибирской пожарно-спасательной академии – филиала Санкт-Петербургского университета

- ГПС МЧС России на 2014 год) Отчет о НИР 2014 (заключительный)/ Сиб. пож.-спас. академия ГПС МЧС России; – Железногорск, 2015 рег. номер НИОКР 01201458857, рег. номер ИКРБС 216021250020
6. Брушлинский Н.Н., Математические методы и модели управления в Государственной противопожарной службе [Текст]: Учебник / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. - 173 с.
 7. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Математические методы и модели управления в ГПС. - М.: Академия МЧС России, 2011. - 173 с.
 8. Брушлинский Н.Н. Системный анализ деятельности ГПС. Учебник. - М.: МИПБ МВД России, 1998. - 255 с
 9. Брушлинский Н. Н. Математические методы и модели управления в Государственной противопожарной службе: учебник / Н. Н. Брушлинский, С. В. Соколов. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. - 173 с.
 10. Оценка и управление деятельностью пожарно-спасательных подразделений ГПС МЧС России / Н. В. Мартинович, А. С. Смирнов, А. А. Мельник, А. В. Калач // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2019. – № 4. – С. 109-115.
 11. Особенности оценки служебной деятельности должностных лиц пожарно-спасательных подразделений Государственной противопожарной службы МЧС России / Н. В. Мартинович, А. А. Мельник, А. В. Антонов, И. Н. Татаркин // Интернет-журнал Науковедение. – 2016. – Т. 8. – № 6(37). – С. 10.
 12. Калач А. В. Графоаналитическое представление информационных потоков при оценке информационной нагрузки организации / А. В. Калач, Н. В. Мартинович, А. Н. Батуро [и др.] // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2021. – № 2. – С. 36-43.
 13. Мартинович Н.В. Подходы к созданию методики комплексной оценки боевой работы пожарных/ Мартинович Н.В., Коморовский В.С., Осавелюк П.А // Проблемы информатизации региона. ПИР-2011: Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск, 2011 – С. 119 – 123.
 14. Мартинович Н.В. Функциональная модель процесса тушения пожаров подразделениями ГПС МЧС России/ Мартинович Н.В., Коморовский В.С., Осавелюк П.А // XV Международная конференция по эвентологической математике и смежным вопросам. – 2011. – С. 108 – 110.
 15. Мартинович Н.В. Процессный подход к управлению пожарно-спасательным подразделением/ Мартинович Н.В., Калюжина Ж.С.//Материалы-научной практической конференции «Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций» г. Воронеж, 18 апреля 2014 г с. 106-108.
 16. Антонов, А. В. Обзор применения методов системного анализа при исследовании деятельности пожарно-спасательных подразделений МЧС России / А. В. Антонов, В. С. Коморовский, Н. В. Мартинович // Школа молодых ученых и специалистов МЧС России - 2015: Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, г. Железногорск, Красноярского края, 22–23 сентября 2015 года. – С. 174-179.
 17. Мартинович Н.В. Функциональная модель деятельности пожарно-спасательной части / Н.В. Мартинович, А. А. Мельник, А. В. Калач, А. Ю. Акулов // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики: сборник трудов Международной научной конференции, Воронеж, 11–13 ноября 2019 года / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». – Воронеж: Научно-исследовательские публикации, 2020. – С. 1861-1865. -7-9.
 18. Мартинович Н. В., Калач А. В., Шмырева М. Б. Подход к оценке информационной нагрузки типового пожарно-спасательного подразделения ГПС МЧС России // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 3 (37). С. 89–92. DOI 10.52684/2312-3702-2021-37-3-89-92

ВОЗМОЖНОСТИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ ПОЖАРОВ

Давиденко Антон Сергеевич

Шарапов Сергей Владимирович

*д-р техн. наук, профессор,
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

Порхачев Михаил Юрьевич

канд. пед. наук, доцент, Уральский институт ГПС МЧС России

Калач Андрей Владимирович

*д-р хим. наук, профессор, Уральский институт ГПС МЧС России,
Воронежский государственный технический университет*

Мартинovich Николай Викторович

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В докладе поднимаются актуальные вопросы, связанные с возможностями применения беспилотных летательных аппаратов в мониторинге объектов защиты и при расследовании пожаров.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, чрезвычайная ситуация, мониторинг, обработка информации, расследование пожаров.

На современном этапе развитие техники и технологий позволяют человеку оперативнее и качественнее справляться с профессиональными задачами той или иной отрасли. При этом обеспечение безопасности человека остается приоритетным во всех отраслях.

Рассмотрим применение беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА) как техническое средство реализации мер при расследовании пожаров. Сегодня действующее законодательство нашего государства приравнивает БЛА к пилотируемой авиации, не взирая, на массу, габариты и характер выполняемых задач. Анализируя цели, поставленные Воздушным Кодексом Российской Федерации, перед авиацией России, можно сделать вывод о необходимости применения БЛА в вопросах решения задачи по обеспечению пожарной безопасности [1-4].

На сегодняшний день уже не один десяток лет БЛА применяют во всех странах мира, в том числе и для реализации задач в области пожарной безопасности и Россия в этом вопросе не отстает. В соответствии с законом о пожарной безопасности на территории нашей страны действует система обеспечения пожарной безопасности, объединяющая в себе силы и средства, осуществляющие профилактику пожаров, их тушение и проведение аварийно-спасательных работ (далее – АСР), посредством реализации мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера.

Однако при расследовании пожаров очень мало внимания уделяется возможности использования таких систем. Особенно ценной могла быть информация, получаемая с беспилотных воздушных средств при расследовании пожаров на нефтеперерабатывающем комплексе [5, 6].

Проблемным остается вопрос универсальности БЛА, где одной моделью данной технической системы будут решаться все задачи расследования пожаров с максимальным экономическим эффектом.

Можно сформулировать основные задачи для них, в рамках требований расследования пожаров.

Разведывательные задачи. Заключается в обеспечении проведения разведки пожара, с момента выезда и до его ликвидации. В рамках пожарно-профилактических мероприятий с применением БЛА целесообразен мониторинг состояния линейных объектов таких как трубопроводы.

Специальные задачи. К ним можно отнести работы по аэрофотосъемке заданных районов с последующей топографической привязкой фотоснимков, а также видео-фотодокументирование, как в рамках тушения пожара и проведения АСР, так и при его последующем расследовании

и экспертизе [5, 6]. Также стоит отметить задачу по установлению точных координат объектов поиска, с целью установления зоны пожара, а также последующего патрулирования на заданном маршруте и доведения необходимой информации в масштабе близком к реальному времени до органов дознания. Разведка погоды и экологический мониторинг с целью прогнозирования вариантов развития пожара, а также материального и экологического ущерба.

Для решения вышеуказанных задач можно предложить главные требования к БЛА, для нормального функционирования системы при расследовании пожаров.

Первый критерий - *безопасность полетов*.

Второй критерий *многофункциональность* полезной нагрузки. Одним из ключевых факторов здесь выступает возможность использования сменных и смешанных технических систем различного назначения, например, оптико-электронной разведки, информационно-технического воздействия, ретрансляции информации, топогеодезического и навигационного обеспечения. Модульное применение полезной нагрузки различного назначения, в том числе унифицированных модулей, предусматривающее возможность их замены, позволит применять БЛА днем и ночью, одновременно решая большинство прикладных задач. Также, целесообразно применение унифицированного модуля полезной нагрузки, для определения координат объектов, получения точных геопространственных данных на отдельные участки местности (зоны пожара), автоматического слежения за объектом, ведения мониторинга в видимом и инфракрасном диапазонах спектра, с возможностью данного модуля передавать информацию при потере БЛА.

Третий критерий – это *живучесть БЛА*. Обеспечение живучести БЛА при выполнении задач по предназначению в обычных условиях и агрессивных воздействиях среды, с учетом его стоимости и ценности добываемой информации позволяет сделать вывод о важности рассмотрения данного критерия.

Автономность полета – четвертый критерий. Данный критерий характеризует максимальное большое число возможных вариантов развития событий и альтернативных ответов на вопросы, возникающие в полете, где решает их БЛА. Достижение автономности полета предлагается проводить посредством создания и внедрения компьютерных программ, направленных на проработку большого числа комбинаций для проведения альтернативных действий БЛА. Также, автономная работа беспилотной системы позволит сократить расходование энергоресурсов, за счет оптимизации функционирования того или иного оборудования, установленного на БЛА.

Операции, выполняемые БЛА автономно, и варианты применения отдельных функций одновременно позволят также упростить подготовку операторов БЛА, а также сроки их подготовки в образовательных организациях. Также, в курс летной подготовки целесообразно включить обучение навыкам управления несколькими БЛА одним оператором, тогда за счет автономности данных систем их применение позволит решать большее количество задач в единицу времени, с меньшим числом личного состава.

Ресурс БЛА. Данный показатель долговечности, который характеризует запас возможной наработки системы с момента постановки ее в боевой расчет до достижения предельного состояния. Важно учесть возможность многократности использования БЛА, а также влияния времени на ее состояние в перерывы, в течение которых суммарная наработка не возрастает, в том числе, если данные технические системы находятся на хранении. Также стоит учесть назначенной заводом производителем срок службы БЛА, который тесно связан с ее ресурсом, с наличием возможности проведения технического обслуживания, а также всех видов ремонта.

Расчеты же по назначению ресурса и срока службы должны проводиться в рамках решения технико-экономической задачи на этапе проектирования БЛА, с целью прогнозирования данного ресурса, с учетом не стоящего на месте научно-технического прогресса, а также нормативно-правового регулирования в области пожарной безопасности.

Продолжительность полета. Данная характеристика (критерий) влияет на объем и достоверность поступающей оперативной информации в рамках профилактических мероприятий в области пожарной безопасности, а также при тушении пожаров и проведении дознания по ним. Предполагается, что продолжительность полета будет также зависеть от дальности полета БЛА, охватывающего большие площади зон пожаров.

Отмечается также, что увеличение продолжительности полета зависит от внедрения в их производство современных композитных материалов, которые более прочные и легкие в весе. Также мы учли развитие составляющих, входящих в состав полезной нагрузки БЛА, у которого увеличена производительность и уменьшен вес. Стоит отметить, что повышение продолжительности полета зависит также от топливной эффективности двигателей БЛА, а также новых видах топлива.

Использование беспилотных авиационных технологий при расследовании пожаров позволит вывести данное направление на принципиально новый уровень.

Список литературы:

1. Степанов Р.А., Белкин Д.С., Перевалов А.С. Перспективы развития и применения беспилотных воздушных судов в МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2017. – №2(42). – С. 36-43.
2. Вытовтов А.В., Калач А.В., Сазанова А.А., Лебедев Ю.М. К вопросу о создании беспилотных летательных аппаратов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2016. – № 2. – С. 87-91.
3. Лебедев Ю.М., Разиньков С.Ю., Вытовтов А.В., Шумилин В.В. Зарубежный опыт использования микрокамер в инфракрасном диапазоне на БПЛА для обнаружения огня // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. – Т.1. – С. 28-33.
4. Корольков А.П., Колесников Д.А. Методика аэромониторинга пожаровзрывобезопасности линейной части магистральных газопроводов // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2017. – № 3. – С. 38-47.
5. Петрова Н.В., Чешко И.Д. Анализ экспертной практики по исследованию пожаров, произошедших на объектах хранения нефти и нефтепродуктов // Проблемы и перспективы судебной пожарно-технической экспертизы: материалы Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2015. С. 78–81.
6. Петрова Н.В., Чешко И.Д., Воронцова А.А. Классификация нормативных документов, регламентирующих пожарную безопасность на объектах хранения нефтепродуктов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2019. № 1 (49). С. 38-44.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ИСТОЧНИКОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ЛЕСОПОЖАРНЫХ СИТУАЦИЙ

Подрезов Юрий Викторович

д-р с.-х. наук, доцент, Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России

Аннотация. Огромный ущерб не только лесу, но и населению, экономике и окружающей природной среде наносят лесные пожары (далее – ЛП), которые нередко становятся источниками чрезвычайных лесопожарных ситуаций (далее – ЧЛС). Но, источники ЧЛС не появляются неожиданно. Для их возникновения необходимо, чтобы сложились определенные лесорастительные и погодные условия, а также появились источники огня на рассматриваемых лесных участках. К настоящему времени отсутствует в лесопирологической литературе и литературе о защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) природного характера о комплексных исследованиях по вопросам влияния совокупности (комплекса) указанных условий на возможность возникновения ЛП - источников ЧЛС в лесу, что весьма важно для эффективной защиты населения и территорий от ЧЛС. Поэтому целью проведенных исследований являлся анализ методических особенностей учета лесорастительных и погодных условий при прогнозировании источников ЧЛС в интересах поддержки и научного обоснования управленческих решений при организации защиты населения и территорий от ЧЛС. Проведенные исследования базировались на основополагающем методе - методе системного анализа процессов прогнозирования возникновения ЛП различных видов – источников ЧЛС. Метод системного анализа позволяет на научной основе учитывать всю совокупность условий, влияющих на возникновение источников ЧЛС. При проведении исследований использовались методы логического анализа и синтеза прогнозируемых процессов, а также методы: математической статистики; теории факторного анализа; теории вероятностей; теории распознавания образов и алгебры логики; дифференциального исчисления; индукции и дедукции. Получены следующие результаты исследований исследовано влияние различных лесорастительных условий на возникновение ЛП – источников ЧЛС, их динамику и динамику непосредственно ЧЛС; разработаны рекомендации органам управления, ответственным за борьбу с ЛП и ЧЛС по снижению пожарной опасности в лесах за счет коррекции лесорастительных условий; выполнен анализ особенностей влияния погодных условий на возникновение и развитие ЛП - источников ЧЛС; разработаны рекомендации органам управления, ответственным за борьбу с ЛП и ЧЛС, по снижению классов пожарной опасности на лесных площадях по условиям погоды. По результатам исследований можно сделать вывод о том, что цель исследований достигнута - исследованы методические особенности учета лесорастительных и погодных условий при прогнозировании источников ЧЛС. Следует отметить, что научных работ, посвященных влиянию комплекса лесорастительных и погодных условий в научной лесопирологической литературе, кроме работ автора, на настоящее время нет. Новизна полученных результатов исследования подтверждается тем, что такие результаты получены впервые в лесопирологической науке и практике, а также в науке и практике защиты населения и территорий от ЧС природного характера.

Ключевые слова: активные воздействия на атмосферные процессы, атмосферные процессы, лесной пожар, лесопожарная обстановка, погодные условия, прогнозирование, чрезвычайная лесопожарная ситуация.

Лесные пожары (далее – ЛП), являясь опасным природным процессом не возникают сами по себе. Для их возникновения необходимо наличие, прежде всего, соответствующих лесорастительных и погодных условий, а также источника огня. А, при определенных

не благоприятных условиях ЛП могут трансформироваться в чрезвычайные лесопожарные ситуации (далее – ЧЛС).

В ряде работ отечественных и зарубежных ученых в области лесной пирологии довольно большое внимание уделено вопросам динамики ЛП различных видов. В них описаны задачи моделирования динамики лесных пожаров: низовых и верховых; беглых и устойчивых; сильной, средней и слабой интенсивности. Среди указанных работ следует выделить труды советских и российских ученых: Валендика Э.Н. (Валендик, 1979), Гришина А.М. (Гришин, 1981), Доррера Г.А. (Доррер, 1979) и ряда других. Валендик Э.Н. в своей классической работе (Валендик, 1979) изложил результаты комплексных исследований крупных лесных пожаров (далее – КЛП), нередко являющихся источниками ЧЛС. Гришин А.М. (Гришин, 1981) достаточно подробно и детально изложил особенности моделирования динамики кромки ЛП с использованием методов дифференциального исчисления. Доррер Г.А. (Доррер, 1979) основное внимание уделил динамике низовых ЛП.

Но, в лесопирологической литературе недостаточно полно отражены результаты исследований особенностей влияния лесорастительных и погодных условий на возникновение источников именно ЧЛС, а не ЛП вообще. Поэтому в центре внимания, проведенных автором исследований, находились задачи влияния комплекса лесорастительных и погодных условий на возникновение источников ЧЛС.

Ответам на эти задачи посвящены данные доклад и статья.

Далее в последующих разделах раскрыто смысловое содержание данной статьи.

Во втором разделе приведено детальное описание исследовательской работы: точная постановка цели и задач исследования; детальное описание и обоснование используемого методологического аппарата (количественные и качественные методы); детальное описание методов и приемов, используемых для сбора и анализа оригинальных данных; описание возможных методологических ограничений и их влияния на целостность и обоснованность полученных результатов.

В третьем разделе изложены результаты исследования в виде теоретических данных по заявленным исследовательским вопросам в рамках проблемы и с использованием ранее обозначенных материалов и методов.

Четвертый раздел содержит критическое изложение полученных результатов и интерпретацию, сравнение результатов других исследователей или ранее полученных результатов автора статьи с полученными результатами.

В пятом разделе приведена краткая формулировка результатов исследования. Сделан вывод о достижении цели исследования и решении поставленных задач исследования. Указана практическая значимость исследования. Определены перспективы дальнейших исследований в рамках заявленной проблемы.

Целью проведенных исследований являлся анализ методических особенностей учета лесорастительных и погодных условий при прогнозировании источников ЧЛС в интересах поддержки и научного обоснования управленческих решений при организации защиты населения и территорий от ЧЛС.

Задачами исследования явились:

- исследование влияния различных лесорастительных условий на возникновение ЛП – источников ЧЛС, их динамику и динамику непосредственно ЧЛС;
- разработка рекомендаций органам управления, ответственным за борьбу с ЛП и ЧЛС по снижению лесопожарной опасности в лесах за счет коррекции лесорастительных условий;
- анализ особенностей влияния погодных условий на возникновение и развитие ЛП - источников ЧЛС;
- разработка рекомендаций органам управления, ответственным за борьбу с ЛП и ЧЛС, по снижению классов пожарной опасности на лесных площадях по условиям погоды.

Что же, с методической точки зрения, лежит в основе оценки влияния лесорастительных условий на вероятность возникновения ЛП – источников ЧЛС? Каковы методические аспекты, лежащие в основе влияния погодных условий на возможность возникновения ЛП – источников ЧЛС?

Следует отметить, что результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что одним из основополагающих методов исследования особенностей влияния лесорастительных и погодных условий на возможность возникновения ЛП – источников ЧЛС является метод системного анализа

процессов прогнозирования мест и времени (периода) возникновения ЛП различных видов. Именно данный метод позволяет на научной основе учитывать всю совокупность условий, влияющих на возникновение источников ЧЛС.

Кроме метода системного анализа, весьма важны методы логического анализа и синтеза прогнозируемых процессов, позволяющие, наряду с методом системного анализа, дать адекватную оценку возможности возникновения источников ЧЛС на тех или иных лесных участках.

В силу стохастичности процессов формирования тех или погодных условий и мест возникновения ЛП при проведении исследований полезны математические методы: математической статистики; современной теории факторного анализа; теории вероятностей; теории распознавания образов и алгебры логики; дифференциального исчисления; индукции; дедукции и т.п., что определяется целевой направленностью оценок.

Следует отметить, что определенные ограничения на прогнозирование мест и масштабов ЛП – источников ЧЛС накладывают точность лесотаксационных описаний лесов и ее периодичность.

Лесной пожар, представляя собой стихийное неуправляемое горение возникает на лесной площади при определенных условиях, точнее при определенном комплексе условий. Среди указанных условий наиболее важное место занимают лесорастительные и погодные. На исследовании их влияния на возникновение источников ЧЛС в данной статье и остановимся.

Рассмотрим данную проблематику с использованием методов системного анализа, методов логического анализа и синтеза исследуемых процессов и ряда других методов.

Вначале целесообразно рассмотреть наиболее стабильные - лесорастительные условия.

Для возгорания лесного горючего материала (далее- ЛГМ) необходимо наличие в лесу источника огня, а это - следы, оставленные человеком при пребывании в лесу: непотушенные или не дотушенные костры и брошенные и не дотушенные окурки в местах отдыха населения и работ лесопромышленных предприятий и т.п., а также молниевые разряды над лесными участками.

Но, помимо источника огня, существенное значение для возникновения ЛП имеют лесорастительные условия - наличие и состояние ЛГМ. Следует отметить, что к такому материалу относится и сам древостой разного возраста спелости; и сухостойные деревья, появившиеся в лесу в результате поражения деревьев вредителями и болезнями; и поваленные на землю, в результате сильных ветров, стволы деревьев; отпад (остатки обгоревшие остатки деревьев после лесных пожаров); а также лесной опад – сучья от деревьев, опавшие листья и хвоя, высохшая трава, шишки хвойных деревьев и т.п.

Говоря о древостое, необходимо указать, что способность древостоя к возгоранию - разная и зависит от породного состава. Причина этого – различная влажность тех или иных пород деревьев, а также наличие в древесине веществ, способствующих или поддерживающих горение. В частности, древесина хвойных пород имеет относительно невысокую влажность и смолистые вещества - быстро загораемые и поддерживающие процесс горения. Древесина осины – более влажная и поэтому менее склонна к загоранию и поддержанию процесса горения.

Далее важно выделить среди ЛГМ, так называемый «подсушенный» ЛГМ (далее – ПЛГМ), к которому автор в ряде своих работ (Подрезов, 2001; 2005) относит подсохшие с течением времени и лежащие на земле: стволы и ветки древостоя, появившиеся в результате ветровала, бурелома, снеголома, ожеледи и т.п., а также порубочные остатки, не убранные при работе лесозаготовителей и лесопромышленных предприятий. К ПЛГМ необходимо относить и сухостойный древостой, появившийся в результате поражения лесных участков вредителями, грибковыми болезнями и т.п. О влиянии ПЛГМ на возникновение ЛП кратко сказано и в работе Валендика Э.Н. (Валендик, 1979).

На лесной площади, где скапливаются ПЛГМ, прежде всего, в больших количествах, наиболее вероятно возникновение ЛП и перерастание их в ЧЛС. Именно такие лесные участки должны быть в центре внимания органов управления, ответственных за борьбу с ЛП и ЧЛС - Рослесхоза, МЧС России и арендаторов лесных участков.

В качестве рекомендаций органам управления, ответственным за борьбу с ЛП и ЧЛС, по снижению лесопожарной опасности в лесах за счет коррекции лесорастительных условий целесообразно предложить заблаговременно учитывать места расположения и объемы ПЛГМ на различных лесных участках, что с методической точки зрения весьма важно и необходимо для

прогнозирования мест возможного возникновения и динамики ЛП и ЧЛС, оценки лесопожарной обстановки (далее – ЛПО). Иначе говоря, мониторинг мест расположения скопления ПГЛМ необходим в интересах поддержки и научного обоснования управленческих решений при организации борьбы с поражающими факторами источников ЧЛС и при планировании и осуществлении заблаговременных мероприятий по обеспечению лесопожарной безопасности и лесопожарному обустройству лесов. При выявлении в результате лесопожарного мониторинга большого количества ПГЛМ на тех или иных лесных участках органы управления, прежде всего, Рослесхоза и арендаторы лесных участков, должны своевременно организовать уборку данных участков от ПГЛМ, причем ее желательно осуществлять до начала лесопожарного сезона в данной местности.

Важное место при проведении исследований имеют и погодные условия.

Достаточно емко вопрос о влиянии погоды на возникновение и развитие ЛП и ЧЛС изложен в работах автора (Подрезов, 2001; 2005), а также отдельные аспекты влияния погодных условий на возникновение и динамику ЛП описаны в работах Валендика Э.Н. (Валендик, 1979), Гришина А.М. (Гришин, 1981; 2008), Доррера (Доррер, 1979) и ряде других. Погодные условия весьма изменчивы и носят стохастический характер.

Суть указанного влияния погодных условий заключается в том, что жаркая сухая погода над лесными площадями способствует возникновению и развитию ЛП и перерастанию их в ЧЛС, особенно при сильных ветрах.

Исходя из сказанного, следует сделать вывод о том, что наиболее опасная лесопожарная обстановка, характеризующаяся вспышкой множества ЛП и возникновением большого количества ЧЛС возможна на лесных участках с большим содержанием подсушенного лесного горючего материала, высокой горимостью древостоя и высоким классом пожарной опасности погоды (по критерию Нестерова).

Но, существуют современные технологии, основанные на электрофизических методах коррекции погодных условий, позволяющие существенно снижать класс пожарной опасности погоды за счет увлажнения ЛПМ искусственными осадками. Данные технологии разработанные автором, прошли многократную натурную проверку в различных географических условиях и описаны в его докторской диссертации (Подрезов, 2005).

В качестве рекомендации органам управления, ответственным за борьбу с ЛП и ЧЛС целесообразно, помимо набора стандартных мероприятий и технологий, организовать применение указанных технологий, обеспечивающих заблаговременное снижение классов пожарной опасности по условиям погоды или такое снижение при действующих ЛП и ЧЛС.

Несмотря на фрагментарные исследования, проведенные в предшествующие годы, рядом ученых (Валендиком Э.Н. (Валендик, 1979), Гришиным А.М. (Гришин, 1981), Доррером Г.А. (Доррер, 1979) и другими), касающиеся анализа влияния лесорастительных и погодных условий на возникновение только ЛП (а не ЧЛС), наиболее важным для лесопирологической теории и практики, теории и практики защиты населения и территорий от ЧС природного характера является обобщение комплекса информации о влиянии лесорастительных и погодных условий на возникновение источников ЧЛС. Ряд исследований в этом направлении выполнен автором данной статьи и описан в его докторской диссертации (Подрезов, 2005) и работе (Подрезов, 2000)

Прежде всего, по результатам проведенных исследований сделан вывод о наибольшей вероятности возникновения источника ЧЛС на лесных площадях, где наблюдается скопление большого количества ПГЛМ и, именно, на таких лесных участках должно быть сосредоточено внимание органов управления, ответственных за борьбу с ЛП и ЧЛС, а, именно, органов управления Рослесхоза, МЧС России и арендаторов лесных участков.

Таким образом, с методической точки зрения весьма важно и необходимо, при прогнозировании лесопожарной обстановки в стране, регионах и лесхозах, прогнозирование мест возможного возникновения ЧЛС и одним из главных элементов таких прогнозов должно быть выявление мест скопления ПГЛМ в большом масштабе. По результатам таких прогнозов появляется возможность для заблаговременного планирования и осуществления мероприятий по очистке лесных участков от ПГЛМ и, тем самым, снижения опасности возникновения источников ЧЛС, а, следовательно, и научного

обоснования управленческих решений по обеспечению лесопожарной безопасности и лесопожарному обустройству лесов.

Комплексная же прогнозная оценка опасности лесорастительных и погодных условий над различными участками в конкретные моменты времени особенно важна для краткосрочного прогнозирования остроты ЛПО и ЧЛС, что снизит число возможных ЧЛС

Можно сделать вывод о том, что цель исследований достигнута, а поставленные задачи решены.

Анализ результатов исследования свидетельствует о том, что только комплексный анализ лесорастительных и погодных условий позволяет достаточно точно прогнозировать место и время (период) возникновения источника ЧЛС. При этом, наиболее информативным признаком возможных мест возникновения источников ЧЛС являются места и количество ПГЛМ на лесных участках.

Результаты указанного анализа лесорастительных и погодных условий позволяют принимать научно обоснованные информационно-аналитические управленческие решения для снижения пожарной опасности в лесу.

Из сказанного следует, что указанные результаты исследований обладают большой практической значимостью.

В качестве перспектив дальнейших исследований в рамках данной проблематики является необходимость своевременного уточнения лесотаксационных описаний лесов и внедрения современных эффективных технологий снижения лесопожарной опасности.

Список литературы:

1. Валендик Э.Н. (1979). Крупные лесные пожары. Москва, СССР: Наука.
2. Гришин А.М. (1981). Математические модели лесных пожаров. Монография. Томск, СССР: Изд-во Томского университета.
3. Гришин А.М. (2008). О математическом моделировании природных пожаров и катастроф. Журнал Вестник. Томского государственного университета. Математика и механика №2 (3), 105–114.
4. Доррер Г.А. (1979). Математические модели динамики лесных пожаров. Москва, СССР: Лесн. пром-сть.
5. Подрезов Ю.В. (2005). Методологические основы прогнозирования динамики и последствий чрезвычайных лесопожарных ситуаций (Диссертация доктора сельскохозяйственных наук). Москва, Российская Федерация: Московский государственный университет леса.
6. Подрезов Ю.В. (2000). Методологические основы прогнозирования динамики чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Журнал Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, 3.29-36.
7. Подрезов Ю.В. (2021). Особенности и перспективные способы и технологии борьбы с лесными пожарами – источниками чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Журнал Технологии гражданской безопасности, № 1, 36-39.

ВЛИЯНИЕ ПОРОДЫ ДРЕВЕСИНЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ

Татаркин Иван Николаевич

Батуро Алексей Николаевич

канд. техн. наук, доцент

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье рассмотрено влияние плотности породы древесины на эффективность огнезащитных составов. Представлено соотношение плотности породы древесины сосны обыкновенной с другими породами. Рассмотрена необходимость при оценке эффективности огнезащитных составов учитывать плотность и породу древесины.

Ключевые слова: огнезащита, древесина, пожарная безопасность, плотность древесины, группа огнезащитной эффективности.

На сегодняшний день древесина остается востребованным строительным материалом. Объем заготавливаемой в Российской Федерации древесины, за последние 3 года в среднем составляет в 225 тысяч кубических метров в год [5]. Применяемая в качестве конструктивных элементов зданий и используемая в отделке, древесина имеет ряд преимуществ и недостатков. Для строительства одним из недостатков является пожарная опасность конструкций и отделки выполненной с использованием древесины и материалов на ее основе.

Для повышения огнезащитных свойств древесины широко применяются разного рода огнезащитные составы и вещества – краски, лаки, пасты, пропиточные составы и огнезащитные комбинированные составы. Огнезащитные составы и вещества реализуют различные механизмы защиты древесины при огневом воздействии [3]. По способу защиты, подразделяющие на химические и физические, а также реализующие комбинации данных способов.

Целью работы является теоретическое исследование, позволяющее оценить влияние физико-химических свойств различных пород древесины на эффективность огнезащитных составов.

Физико-химические свойства древесины напрямую зависят от химического состава древесины как любого полимера. Данные свойства различаются в зависимости от породы древесины, возраста, различия химического состава древесины, региона произрастания, условий произрастания и структурных различий, что подтверждается исследованиями. [1] На сегодняшний день не определены зависимости влияния породы древесины, срок ее эксплуатации на эффективность огнезащитных средств.

Испытание огнезащитных составов и веществ по определению эффективности заключается в отнесении их к группе огнезащитной эффективности. На данный момент испытания огнезащитных составов и веществ по отнесению к группе огнезащитной эффективности производится на образцах древесины сосны. Другие породы древесины согласно нормативному документу [4] при определении группы огнезащитной эффективности не рассматриваются. Древесина сосны широко применяется в строительстве в виду простоты обработки, высокой смолистости, прочности, низкой теплопроводности и низкой стоимостью в сравнении с другими породами. В строительстве деревянные конструкции преимущественно изготавливают из хвойных пород древесины.

Основным показателем, характеризующим группу огнезащитной эффективности огнезащитных составов и веществ, является потеря массы испытуемых образцов. Плотность образцов древесины сосны при испытании должна составлять 400-550 г/м³. Условная плотность древесины сосны в значительной мере зависит от условий произрастания так согласно исследованиям [8] условная плотность древесины сосны в северной подзоне тайги составляет 0,340...0,580 г/см³ в средней подзоне в сосняках черничных она ниже на 7...22 %, у сосны по болоту – на 24 %.

На рисунке представлено соотношение плотности древесины (при влажности 12%) сосны обыкновенной с плотностью других пород деревьев. [7]

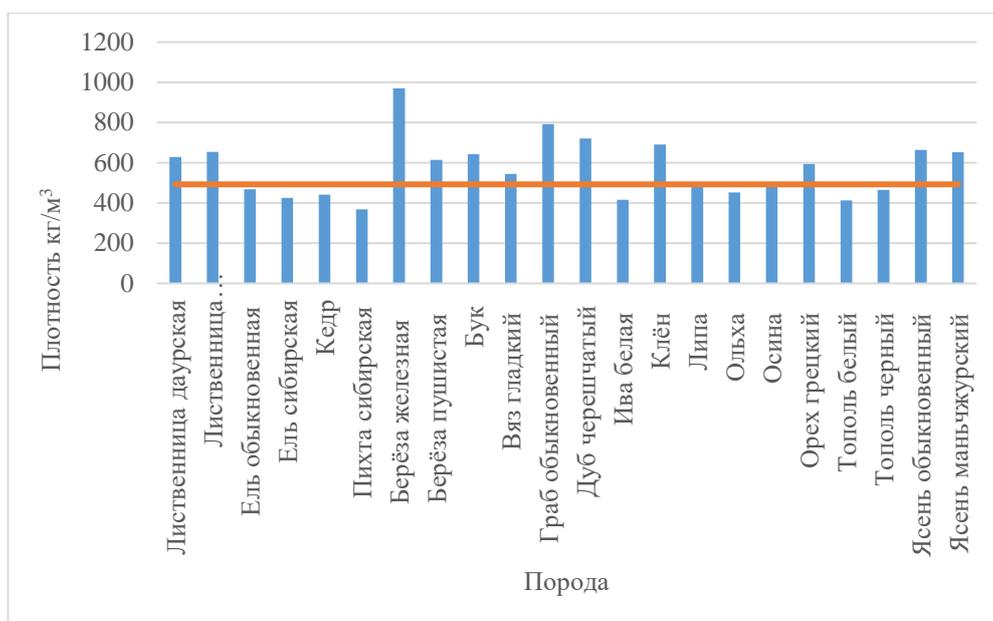


Рисунок Соотношение плотности древесины сосны обыкновенной с плотностью других пород деревьев.

Так как пористая древесина с меньшей плотностью лучше подвергается термическому разложению, что в свою очередь происходит и на обработанной огнезащитными составами древесине. В результате чего возможно предположить снижение огнезащитных свойств составов на древесине плотностью менее плотности сосны.

В ряде исследований экспериментальным путем установлена зависимость потери массы обработанных огнезащитными составами образцов разных пород древесины в зависимости от плотности древесины. [2] Так же существуют исследования древесины необработанной огнезащитными составами, где выявлены различия потери массы лиственных и хвойных пород что также свидетельствует о влиянии плотности на потерю массы. [6]

По результатам проведенного исследования возможно предположить, что при определении потери массы образцов древесины по ГОСТ Р 53292-2009. Для образцов древесины с плотностью различающейся с плотностью сосны возможны расхождения при отнесении огнезащитного состава к группе огнезащитной эффективности. Результатом рассмотрения данного вопроса разработка методов аналитического контроля огнезащитной обработки с учётом породы древесины.

В процессе эксплуатации огнезащитных составов возможно возникновение не соответствий, с учетом породы древесины, которые могут отрицательно сказаться на обеспечении пожарной безопасности.

Предполагаемым решением данной проблемы возможно с реализации аналитического метода контроля огнезащитного покрытия деревянных конструкций, учитывающего плотность и породу древесины.

Список литературы:

1. Асеева Р.М., Серков Б.Б., Сивенков А.Б., Горение и пожарная опасность древесины Пожаровзрывобезопасность 2012 том21 №1 — с. 31–38. 17.
2. Бороздин С.А., Гитцович, Ветров В.В., Морозов С.С. Эффективность огнезащитных составов при нанесении их на различные породы древесины. 2020. № 3 (36). С. 70–76. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43956596>.
3. Горовых О.Г. Механизмы процессов, реализующихся при защите древесины огнезащитными составами. / О.Г. Горовых // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2017. – № 1(41). – С. 47 – 57.
4. ГОСТ Р 53292-2009 Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе.

5. Единая межведомственная информационно-статистическая система. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/37848> (дата обращения: 1.09.2021).
6. Лоскутов С.Р. Шапченкова О.А., Анискина А.А., Термический анализ древесины основных лесообразующих пород Средней Сибири // Сибирский лесной журнал, 2015. №6. С.17-30.
7. Полубояринов О.И. Плотность древесины. М.: Лесная промышленность, 1976, 160 с.
8. Тюкавина О.Н., Клевцов Д.Н., Дроздов И.И., Мелехов В.И. Плотность древесины сосны обыкновенной в различных условиях произрастания // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2017. №6. С.56-64.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ ПРОДУКТОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ К РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПЛАМЕНИ

Макарова Татьяна Петровна

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Развитие материаловедения и технологий привело к широкому использованию полимерных материалов и постепенной замене традиционных неорганических материалов. Полимерные материалы обладают превосходными свойствами, но они также представляют опасность во время пожара. Современные исследования подтверждают факт того, что искусственно созданные строительные материалы при горении и повседневном использовании выделяют большее количество опасных веществ, чем их традиционные аналоги. Значительная доля жертв при пожаре гибнет от воздействия продуктов горения (ПГ). Опасные соединения выделяются во время горения и термической деструкции (ТД) при небольших температурах. Поэтому цель исследования – определить условия и параметры изменения пожароопасных свойств строительных материалов при термодеструктивных процессах. Результаты эксперимента позволят определить условия, способствующие воспламенению ПТД и разработать методику по оценке пожароопасных свойств ПТД современных строительных материалов.

Ключевые слова: строительные материалы, термическая деструкция, пожароопасность.

Вещества и материалы, используемые в строительстве, имеют различную степень опасности в условиях пожара. В настоящее время широко распространены полимерные материалы, которые применяются для покрытия полов, потолков, отделки стен и перегородок, для теплозвукоизоляции, гидроизоляции и т.д. [7]. В результате горения и разложения этих материалов выделяется большое количество опасных газообразных продуктов.

Наибольшая опасность на пожаре заключена в изменениях свойств газовой среды [3]. Согласно проведённому анализу статистических данных, порядка 62% жертв гибнет от воздействия продуктов горения. [5]. Также преобладающей причиной гибели пожарных при проведении действий по тушению пожара является тепловое воздействие. Так воздействие высокой температуры стало причиной 27% случаев гибели, отравление токсичными продуктами горения – 24%, а получение травмы при обрушении строительных конструкций 15%, а 15% случаев причина не установлена. (рис 1) [6].

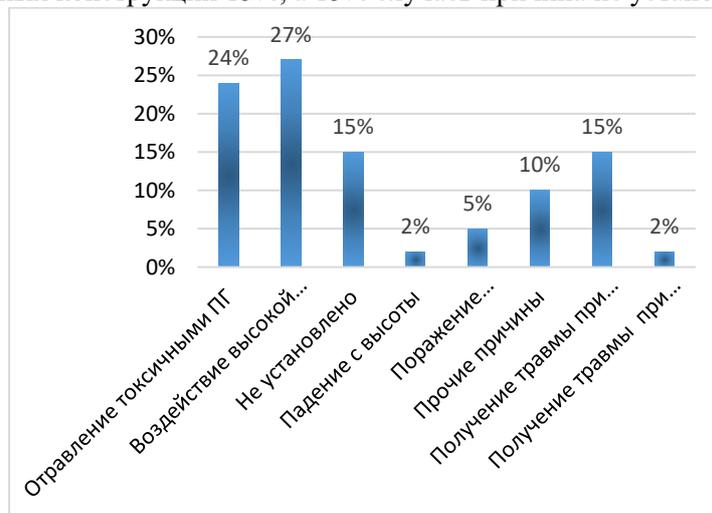


Рис. 1. Диаграмма распределения причин гибели пожарных в России за 2015-2019 гг. [6]

Таким образом исследования, посвященные снижению опасности продуктов, выделяющихся при пожаре в настоящее время крайне актуальны. Опасные летучие соединения выделяются не только при горении, но и при термическом разложении веществ. Многочисленные исследования подтверждают факт того, что во время ТД при небольших температурах, которые не приводят к самовоспламенению материала, выделяются токсичные и пожаровзрывоопасные соединения. [4,5]. Например, ПВХ начинает интенсивно разлагаться при температурах свыше 200 градусов, причем при 300 градусах за счет дегидрохлорирования происходит 50% потеря массы. [4].

В настоящее время отсутствуют достаточные исследования, в которых определены условия возникновения горения ПТД, также отсутствует методика проведения такого исследования. Поэтому в рамках настоящей статьи предполагается определить последовательность основных мероприятий, необходимых для реализации исследования.

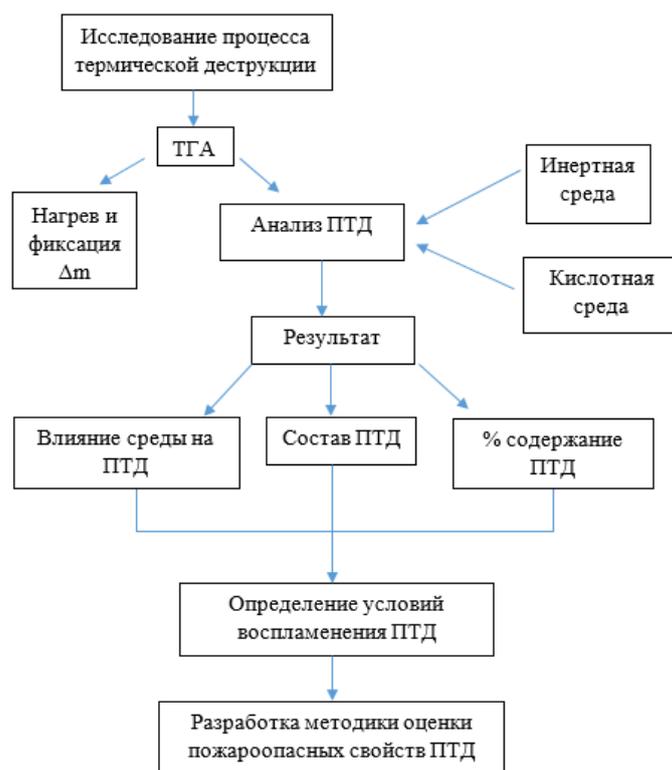
В рамках статьи целью предполагаемого исследования является определение условий и параметров изменения пожароопасных свойств строительных материалов при термодеструктивных процессах. Для достижения поставленной цели необходимо достичь следующих задач: провести анализ теоретических источников по теме исследования, составить принципиальную схему предполагаемого эксперимента. Настоящее исследование предполагает применение аналитических методов исследования в виде анализа документов, ГОСТ [1-2] по проведению испытаний строительных материалов и научной литературы, отражающей современное состояние изучаемого вопроса.

Выделение газообразных веществ происходит не только во время горения, но и при ТД [5]. Исследование ПТД возможно с помощью термогравиметрического анализа, который заключается в изучении зависимости потери массы образца от температуры нагревания. Современные приборы (например, прибор синхронного термического анализа ТГ-ДТА/ДСК STA 449 Jupiter) позволяют проводить исследования в различных средах. Предполагается исследовать, влияет ли среда, при которой происходит нагревание образцов на состав и процентное содержание ПТД. С помощью хроматографических и ИК методов необходимо определить количественный и качественный составы ПТД.

Ожидаемые результаты эксперимента:

- количественный и качественный составы ПТД;
- влияние среды (инертная, кислотная) на состав ПТД.

Результаты эксперимента позволят определить условия, необходимые для воспламенения газовой среды и произвести оценку пожароопасных свойств ПТД. Также в настоящее время отсутствуют методики, позволяющие исследовать способность ПТД к распространению пламени. Анализ литературы и документов, технических возможностей приборов позволил составить последовательность основных мероприятий исследования (рис.2).



ТГА – термогравиметрический анализ
 ПТД – продукты термической деструкции

Рис. 2. Принципиальная схема исследования способности ПТД к воспламенению

В рамках настоящей статьи получена принципиальная схема основных мероприятий исследования. Следующим этапом исследования будет подготовка образцов строительных материалов и эксперимент по представленной схеме. Получение количественного и качественного составов ПТД позволит определить условия воспламенения газовой среды ТД и как следствие распространение пламени. Результаты эксперимента также позволят разработать метод оценки пожароопасных свойств ТД строительных материалов. Практическая значимость исследования заключается в том, что результаты, полученные в ходе экспериментов можно будет использовать для моделирования влияния ТД на формирование опасных факторов пожара, что позволит пересмотреть динамику развития пожара в помещениях и зданиях.

Список литературы:

1. ГОСТ 12.1.044-89. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
2. ГОСТ 30403-2012. Конструкции строительные. Метод испытания на пожарную опасность.
3. Д.И. Терентьев, С.В. Субачев, А.А. Субачева, Н.А. Третьякова, Н.М. Барбин (2017) Прогнозирование опасных факторов пожара. Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург.
4. Исаева Л.К. (2001) Пожары и окружающая среда. Москва.
5. Макарова Т.П., Ширинкин П.В. (2021) Термическая деструкция в оценке пожароопасных свойств строительных материалов. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, 23 апреля 2021 г.
6. Орлов Г.В., Пузач С.В., Сабуров П.В. (2020) Анализ статистических данных гибели пожарных при тушении пожаров в России. Материалы Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы

- Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Санкт-Петербург, 14 апреля 2020г
7. С.В. Пузач, А.В. Смагин, О.С. Лебедченко, Е.С. Абакумов (2007) Новые представления о расчете необходимого времени эвакуации людей и об эффективности использования портативных фильтрующих самоспасателей при эвакуации на пожарах. Академия ГПС МЧС России, Москва.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ТОКСИЧЕСКОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ОТДЕЛОЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Чернушевич Елена Валерьевна

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье проанализирована существующая система оценки токсической и пожарной опасности отделочных строительных материалов. Особое внимание уделено тому, что применяемые методы оценки соответствия отделочных строительных материалов требованиям безопасности не учитывают некоторые температурные режимы, при которых отделочные строительные материалы являются потенциально опасными для здоровья человека.

Ключевые слова: токсическая опасность отделочных строительных материалов, пожарная опасность отделочных строительных материалов, оценка пожарной опасности, оценка токсической опасности.

В настоящее время наблюдается повсеместное применение различных строительных материалов при отделке помещений, основная часть которых представляет собой полимерные и полимерсодержащие материалы. Такие материалы являются востребованными ввиду высоких эксплуатационных свойств, дешевизны, долговечности и простоты монтажа. Наряду с перечисленными положительными свойствами полимерные и полимерсодержащие отделочные строительные материалы (ОСМ) имеют существенный недостаток, который проявляется в склонности таких материалов к деградации.

Деградацией называется процесс разрушения ОСМ, происходящий под воздействием физических и химических факторов [1], которые воздействуя индивидуально или в совокупности, приводят к разрушению материалов, в результате чего образуются различные химические соединения. То есть, такие материалы при их обычной эксплуатации уже являются потенциально опасными для организма человека.

Ситуация осложняется при возникновении пожара в зданиях, где ОСМ являются одним из основных источников образования токсичных продуктов горения и термического разложения. Согласно статистическим данным [7], отравление при пожаре продуктами горения и термического разложения является основной причиной гибели людей.

В настоящее время прогнозирование опасности отделочных строительных материалов в процессе их эксплуатации и при возникновении пожара осуществляется в рамках обязательного подтверждения соответствия поступающих на рынок ОСМ санитарно-эпидемиологическим требованиям и требованиям пожарной безопасности.

Соответствие санитарно-эпидемиологическим требованиям устанавливается при проведении санитарно-эпидемиологической оценки, по результатам которой выдается санитарно-эпидемиологическое заключение. А соответствие строительных материалов требованиям пожарной безопасности устанавливается при проведении оценки их пожарной опасности, по результатам которой выдается сертификат или декларация о соответствии в зависимости от формы подтверждения соответствия.

Санитарно-эпидемиологическая оценка осуществляется с целью определения химического загрязнения воздушной среды в помещении, которое создается ОСМ при их обычной эксплуатации, и других видов неблагоприятных воздействий, оказывающих влияние на самочувствие и состояние здоровья людей [6].

Исследование ОСМ при санитарно-эпидемиологической оценке проводится в натурных и лабораторных условиях. Под натурными условиями понимается исследование химического загрязнения воздушной среды, создаваемое ОСМ в реальных помещениях. Такие исследования проводятся в двух случаях:

- перед сдачей нового объекта строительства в эксплуатацию;

- при наличии жалоб населения в уже обитаемых помещениях.

Оценка химического загрязнения воздушной среды в натуральных условиях осуществляется в помещении при температуре воздуха 20-28°C и относительной влажности 30-60%.

Под лабораторными условиями понимается проведение исследования химического загрязнения воздушной среды путем моделирования помещения и создания в нём условий окружающей среды, характерных условиям эксплуатации ОСМ [6].

Моделирование осуществляется при помощи специально созданной лабораторной камеры, оборудованной системой, обеспечивающей создание и поддержание необходимых условий окружающей среды, набора камер для размещения лабораторных животных, аспирационной системы для отбора проб воздуха и оборудования, необходимого для исследования биологической активности материалов. В камерах создается реальное соотношение поверхности исследуемого ОСМ и объема помещения, температура воздуха, кратность воздухообмена и влажность воздуха.

Испытания ОСМ в лабораторных условиях проводятся в режимах «нормальной» (20°C) и «повышенной» температуры воздуха (40°C), соответствующих максимальной температуре в зимнее и летнее время в помещениях.

Прогнозирование опасности отделочных строительных материалов при возникновении пожара заключается в определении пожароопасных свойств материалов, к которым относятся: горючесть, воспламеняемость, способность распространять пламя по поверхности, дымообразующая способность и токсичность продуктов горения. Сущность методов оценки перечисленных пожароопасных свойств ОСМ представлена в таблице.

Таблица. Сущность методов оценки пожароопасных свойств отделочных строительных материалов

Пожаро-опасное свойство ОСМ	Документ, регламентирующий метод испытания	Сущность метода	Группы ОСМ
Горючесть	ГОСТ 30244	Метод I – определение прироста температуры в печи, потери массы образца и продолжительности устойчивого пламенного горения. Метод II – определение температуры дымовых газов, степени повреждения по длине, степени повреждения по массе и продолжительности самостоятельного горения [2].	Метод I: Г, НГ Метод II: Г1, Г2, Г3, Г4
Воспламеняемость	ГОСТ 30402	Определение минимального значения лучистого теплового потока, воздействующего на единицу поверхности образца, при котором возникает горение, продолжающееся до очередного воздействия на образец пламени от источника зажигания и времени воспламенения [3].	В1, В2, В3
Токсичность продуктов горения	ГОСТ 12.1.044	Установление зависимости летального эффекта газообразных продуктов горения от массы материала, отнесенной к единице объема экспозиционной камеры при сжигании исследуемого материала в камере сгорания при заданной плотности теплового потока [4].	Т1, Т2, Т3, Т4
Способность распространять пламя по поверхности	ГОСТ Р 51032	Определение значения теплового потока, при котором прекращается распространение пламени по длине образца в результате воздействия теплового потока на его поверхность [5].	РП1, РП2, РП3, РП4
Дымообразующая способность	ГОСТ 12.1.044	Определение величины оптической плотности дыма, который образуется при горении или тлении известного количества материала, распределенного в объеме камеры измерения [4].	Д1, Д2, Д3

Прогнозирование пожарной опасности ОСМ осуществляется в температурных режимах, при которых наблюдается либо пламенное горение, либо тление материалов. Так, например, при определении показателя токсичности продуктов горения режим пламенного горения обеспечивается при температуре испытания 750°C, а значение температуры режима тления находят экспериментально. При этом оно должно быть на 50°C ниже температуры, при которой наблюдается самовоспламенение образца [4].

Таким образом, в существующей системе оценки опасности ОСМ отсутствуют методы, учитывающие опасность их термической деструкции в температурном диапазоне между параметрами испытаний при проведении санитарно-эпидемиологической оценки и оценки пожарной опасности. Деструкция ОСМ в указанном температурном диапазоне имеет место быть как на начальной стадии пожара, так и при его распространении по помещениям.

При этом отсутствие подходящего метода не позволяет в полной мере оценивать опасность строительных материалов, степень их участия в формировании опасных факторов пожара и влияние продуктов их термической деструкции на здоровье человека. Следовательно, возникает необходимость в разработке и совершенствовании методов оценки и средств контроля опасности отделочных строительных материалов.

Список литературы:

1. ГОСТ 9.710-84. Единая система защиты от коррозии и старения. Старение полимерных материалов.
2. ГОСТ 30244-94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть.
3. ГОСТ 30402-96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость.
4. ГОСТ 12.1.044-89. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
5. ГОСТ Р 51032-97. Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени.
6. МУ 2.1.2.1829-04. 2.1.2. Проектирование, строительство и эксплуатация жилых зданий, предприятий коммунально-бытового обслуживания, учреждений образования, культуры, отдыха, спорта. Санитарно-гигиеническая оценка полимерных и полимерсодержащих строительных материалов и конструкций, предназначенных для применения в строительстве жилых, общественных и промышленных зданий.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году: Статистический сборник / П.В. Полехин, М.А. Чебуханов, А.А. Козлов, А.Г. Фирсов, В.И. Сибирко, В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2021, - 112 с.: ил. 5.

ПРОГРАММА РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЛАСТИ ГОРЕНИЯ НА ЧЕРНО-БЕЛОМ СТАТИЧЕСКОМ ИЗОБРАЖЕНИИ, ПОЛУЧЕННОМ С БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Давиденко Антон Сергеевич

Шарапов Сергей Владимирович

д-р техн. наук, профессор

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Порхачев Михаил Юрьевич

канд. пед. наук, доцент, Уральский институт ГПС МЧС России

Калач Андрей Владимирович

д-р хим. наук, профессор, Уральский институт ГПС МЧС России,

Воронежский государственный технический университет

Мартинovich Николай Викторович

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В докладе поднимаются актуальные вопросы, связанные с возможностями применения беспилотных летательных аппаратов в мониторинге объектов защиты и при расследовании пожаров.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, чрезвычайная ситуация, мониторинг, обработка информации, расследование пожаров.

Анализ статистических данных приведенных в официальных опубликованных сборниках ВНИИПО МЧС России показывает, что в последнее время, на фоне существующей динамики снижения пожаров в целом наблюдается рост аварий и пожаров с крупным ущербом и тяжелыми последствиями. Одной из перспективной технологии доступной и активно развивающейся в настоящее время, является применение беспилотных авиационных систем (БАС). Возможности БАС оснащенных современными средствами фото-видео фиксации общей обстановки позволяют пересмотреть подходы к расследованию причин и условий возникновения и развития пожаров на большой территории, получить новую объективную информацию необходимую эксперту при принятии решения.

На сегодняшний день уже не один десяток лет БАС применяют во всех странах мира, в том числе и для реализации задач в области пожарной безопасности и Россия в этом вопросе не отстает. В соответствие с законом о пожарной безопасности на территории нашей страны действует система обеспечения пожарной безопасности, объединяющая в себе силы и средства, осуществляющие профилактику пожаров, их тушение и проведение аварийно-спасательных работ (далее – АСР), посредством реализации мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера.

Начало развития отечественной беспилотной авиации принято считать 60-70 г.г. XX века. В 80-е года наша страна считалась лидером в данной сфере прежде всего ориентируясь на нужды военно-промышленного комплекса создавала такие образцы тяжелых БАС типа Ту-143 «Рейс» или Ту-141 «Стриж». В начале 60-х годов выпущен в количестве 20 экземпляров разведывательный Ла-17Р, способный осуществлять фоторазведку на удалении 50-60 км. В настоящий момент Россия не является ведущим игроком на мировом рынке БАС, составляя только 0,3% в количестве выпускаемых БАС (2 % стоимости рынка). Сегодня сфера применения БАС расширяется за счет как снижения стоимости самой БАС, так за счет новых разработок в сфере интеллектуального управления и внедрения новых технологий обработки данных получаемых с систем наблюдения устанавливаемых на эти системы [1].

Проблемным остается вопрос универсальности БЛА, где одной моделью данной технической системы будут решаться все задачи расследования пожаров с максимальным экономическим эффектом.

Можно сформулировать основные задачи для них, в рамках требований расследования пожаров.

Разведывательные задачи. Заключается в обеспечении проведения разведки пожара, с момента выезда и до его ликвидации. В рамках пожарно-профилактических мероприятий с применением БЛА целесообразен мониторинг состояния линейных объектов таких как трубопроводы.

Специальные задачи. К ним можно отнести работы по аэрофотосъемке заданных районов с последующей топографической привязкой фотоснимков, а также видео-фотодокументирование, как в рамках тушения пожара и проведения АСР, так и при его последующем расследовании и экспертизе.

Применение БАС в МЧС России начато в 2009 году на базе отряда «Центроспас» в подмосковном Жуковском. В основу парка входят промышленные БАС вертолётного типа от китайской компании DJI – квадрокоптеры типа Phantom 4 Pro+ V2.0 и Inspire 2, а также отечественные - ZALA 421-22. По данным официальных источников, в настоящее время в системе МЧС России в 12 % случаев введения ЧС для выполнения задач привлекались суда беспилотной авиации МЧС России. Выбранные модели БАС наилучшим образом отвечают требованиям для воздушного мониторинга и съёмки территорий на различных объектах. 132 единицы оснащены системами наблюдения в инфракрасном диапазоне спектра. Распознавание термального источника проводится с помощью специализированной инфракрасной камеры, наличие которой увеличивает стоимость аппарата до трех раз [2].

Изображение, получаемое с камеры, изменением градиента указывает на зону повышенной температуры, позволяя оператору принимать решение в режиме реального времени с монитора экрана [3]. Недостатком данного способа является необходимость безотрывной работы человека у экрана наземной станции управления воздушной системы, высокая стоимость инфракрасных камер, отсутствие возможности проводить мониторинг на значительных расстояниях из-за ограничений передачи радиосигнала [4].

Для автоматического распознавания пламени предлагается использование фильтров изображений, которые могут быть реализованы на основе программно-аппаратных комплексов, с возможностью их расположения, как на борту летательного аппарата (без передачи видеопотока оператору), так и на рабочем месте оператора.

Задача автоматического обнаружения пламени при мониторинге объектов (например, линейных объектов нефтегазовой отрасли) с борта беспилотного воздушного судна может решаться многоуровневой системой фильтров, анализирующих различные характеристики горения. В качестве первого фильтра предполагается разработка и использование модели, анализирующей цвет пикселя в черно-белом статическом изображении. Область пламени в монохромном пространстве RGB стремится к абсолютно белому цвету, пороговое значение которого зависит от расстояния, освещенности и яркости источника света. Для разработки и оценки такой модели наиболее перспективными являются методы математического и компьютерного моделирования.

Схема алгоритма распознавания пламени представляет собой семь взаимосвязанных фильтров, позволяющих программе сделать вывод о наличии события пожара [5]. В отчете представлена работа первого фильтра, анализ цветовых составляющих пикселей кадра на черно-белом изображении.

В связи с необходимостью рационального подхода к ресурсам микрокомпьютера предусмотрен алгоритм ранжирования фильтров. Изображение анализируется последующими фильтрами только после положительного результата по первому [6]. Первый фильтр построен на предположении, что область горения в снимке имеет максимальную яркость и при переводе в черно-белое изображение стремится к значению белого цвета. Программа захватывает черно-белое изображение статичного кадра и определяет зоны, в которых цвет стремится к абсолютно белому. В пространстве RGB значения для таких пикселей будут приближаться к 255. Для выражения числового значения был введен пороговый коэффициент β , определяющий нижнюю границу цвета пикселя огня, зависящую от условий мониторинга. При построении математической зависимости порогового значения от факторов был подобран оптимальный набор математически значимых условий, влияющих на исследуемый процесс. Фильтр анализирует цвет пикселя в черно-белом изображении. В связи с этим в априорном ранжировании факторов рассматривались только факторы, влияющие на градиент белого. Ключевым параметром в программе для фильтра является коэффициент β . Лабораторный

и полигонный эксперименты [8,9] показали, что экспертная выборка факторов, влияющих на эффективность работы программы (фильтра), выполнена успешно.

В настоящее время комплексное развитие цифровых технологий в мире осуществляется в рамках так называемой концепции четвертой научно-технической революции. Данный четвертый исторический эволюционный этап развития по мнению многих экспертов будет характеризоваться применением технологий, основанных на создании киберфизических систем (cyber-physical system - CPS), предусматривающую интеграцию возможностей обработки информации современными машинами в физические объекты любого вида [10, 11].

Мировой опыт использования технологий нового класса показывает успешное их применения в различных сферах, данный факт с уверенностью позволяет предположить, что внедрение и развитие технологий Индустрии 4.0 в деятельность пожарно-спасательных подразделений так же позволит повысить эффективность различных процессов их деятельности и как следствие повысит эффективность решения основной задачи – спасения людей, повышение безопасности и защищённости населения, снижения прямого и косвенного ущерба от чрезвычайных ситуаций. Применения современных технологий БАС в совокупности с перспективными технологиями анализа большого потока данных и обработки информации интеллектуальными системами класса «Индустрия 4.0», в области расследования пожаров на объектах хранения нефти позволит повысить цифровую зрелость данного направления и обеспечить не только получения дополнительных экспертных данных для объективного определения причин и виновных в инциденте, но и использовать полученные данных для разработки мероприятий по профилактике пожаров.

Список литературы:

1. Степанов Р.А., Белкин Д.С., Перевалов А.С. Перспективы развития и применения беспилотных воздушных судов в МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2017. – №2(42). – С. 36-43
2. Вытовтов А.В., Калач А.В., Сазанова А.А., Лебедев Ю.М. К вопросу о создании беспилотных летательных аппаратов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2016. – № 2. – С. 87-91
3. Лебедев Ю.М., Разиньков С.Ю., Вытовтов А.В., Шумилин В.В. Зарубежный опыт использования микрокамер в инфракрасном диапазоне на БПЛА для обнаружения огня // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. – Т.1. – С. 28-33
4. Корольков А.П., Колесников Д.А. Методика аэромониторинга пожаровзрывобезопасности линейной части магистральных газопроводов // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2017. – № 3. – С. 38-47
5. Вытовтов А.В., Калач А.В., Куликова Т.Н. Алгоритм распознавания пламени с борта беспилотного воздушного судна // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2017. – № 3(24). С. 86-90
6. Русских Д.В., Денисов М.С. Методы определение пламени и задымления с помощью анализа видеоизображения // в сборнике: Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий (ПМТУКТ-2013) сборник трудов VI международной конференции. – 2013. – С. 89
7. Денисов М.С., Кожевин А.С., Чалый Е.С. Распознавание источников открытого огня на ранних стадиях пожара с помощью видеодетектора // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2014. – № 1(5). – С. 93-94
8. Вытовтов, А. В. Распознавание области горения на черно-белом статическом изображении, полученном с борта беспилотного воздушного судна / А. В. Вытовтов, В. В. Шумилин, А. В. Калач // Техносферная безопасность. – 2018. – № 2(19). – С. 12-24

9. Шимон, Н.С. Актуальность использования беспилотных летательных аппаратов в интересах предупреждения чрезвычайных ситуаций / Шимон Н.С., Калач Е.В., Калач А.В., Мартинович Н.В. // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2021, №3.-С.92-98.- Режим доступа: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2021/v3/N22_92-98.pdf, свободный. – Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
10. R. G. Sanfelice. Analysis and Design of Cyber-Physical Systems. A Hybrid Control Systems Approach // Cyber-Physical Systems: From Theory to Practice/ D. Rawat, J. Rodrigues, I. Stojmenovic. — CRC Press, 2016. ISBN 978-1-4822-6333-6; Edward A. Lee, Cyber-Physical Systems — Are Computing Foundations Adequate? Режим доступа: https://ptolemy.berkeley.edu/publications/papers/06/CPSPositionPaper/Lee_CPS_PositionPaper.pdf (дата обращения: 27.09.2021)
11. Schuh G., Anderl R., Gausemeier J., Ten Hompel M., Wahlster W. Industrie 4.0 Maturity index. Managing the digital transformation of companies (acatech STUDY), Munich: Herbert Utz Verlag. 2017. 60 p.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ХЕМОМЕТРИИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДИАГНОСТИКИ И ИДЕНТИФИКАЦИИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ЦЕЛЯХ СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ И МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Богданов Александр Александрович

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье рассмотрена возможность применения хемометрии в судебной экспертизе при определении наличия и идентификации многокомпонентных смесей нефтепродуктов на месте пожара или при мониторинге окружающей среды. Описана сущность метода исследования, методика и результаты эксперимента.

Ключевые слова: хемометрия, идентификация смесей нефтепродуктов, судебная экспертиза инцидентов горения.

В практике судебной и в том числе криминалистической экспертизы часто приходится решать вопрос о природе и происхождении нефтепродуктов. Широкое применение нефтепродуктов (НП) в производстве, транспорте и быту сопровождается значительным возрастанием рисков загрязнения окружающей среды. Загрязнение окружающей среды, как правило, происходит не только при добыче нефти и ее переработке, но и при транспортировке НП, пожарах и диверсиях на предприятиях и объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической отрасли. Из-за распространенности, и легкой доступности нефтепродукты часто используются злоумышленниками в качестве средств поджога. Для юридической оценки пожара как преступления, очень важно установить техническую причину пожара, а для этого необходимо идентифицировать нефтепродукты на месте происшествия и установить их природу. То есть провести качественный и количественный анализ. Поэтому определение химического состава нефтепродуктов, т.е. методы и средства их химического анализа в криминалистике играют очень важную роль. [1].

Выбросы и сточные воды автохозяйств и бензозаправочных станций, нецелевое использование и ненадлежащие способы утилизации НП частными лицами также приводит загрязнению почвы, воды и воздуха. Методы инструментального контроля уровня загрязнения позволяют определять не только суммарное содержание НП, но и идентифицировать и определять количественно индивидуальные углеводороды, входящих в состав нефтепродуктов. Проведение качественного и количественного анализа НП в объектах окружающей среды обусловлено необходимостью проведения оценки опасности загрязнения, установления источника загрязнения и принятия мер по ликвидации последствий загрязнения. Проблема идентификации и количественного анализа НП также возникает при проведении пожарно-технической экспертизы в рамках расследования дел о поджогах. В этом случае достоверность установления НП, использованных в качестве инициаторов горения, и их следов на месте пожара, принимает высокое значение, и может быть обеспечена применением современных инструментальных методов исследования вещества.

Степень разработанности темы: Разработаны и внедрены методики анализа НП, основанные на хроматографии и спектроскопии. Порядок выявления следов НП на месте пожара полевыми и лабораторными методами, особенности установления групповой принадлежности описаны в работах И.Д. Чешко, М.А. Галишева, И.А. Золоторевской и др. [2, 8 - 10]. Существенное внимание этой проблеме уделяется и за рубежом [4, 11-14].

Значительная доля работ по диагностике и идентификации НП основывается на использовании хроматографических методов анализа, которые позволяют достоверно определить качественный и количественный состав НП. Однако эти методы требуют использования нетривиальных методов пробоподготовки и подбора условий проведения анализа, высококвалифицированного персонала [3].

Достаточно информативным и относительно недорогим методом анализа НП является ИК-спектроскопия [6]. При этом можно достоверно определить суммарное содержание НП в газовой, жидкой и твердой фазах. Однако удовлетворительная и однозначная идентификация вещества

по ИК-спектру возможна только для чистого индивидуального компонента. Установление состава многокомпонентного вещества методом ИК-спектроскопии до сих пор остается неразрешенной проблемой.

Частично эту проблему можно решить, если проводить анализ полного профиля ИК-спектров, а не ограничиваться сопоставлением отдельных полос поглощения на спектрах изучаемого вещества и эталонного образца. Для анализа большого объема спектральных данных необходимо использовать подходы, которые являются предметом рассмотрения хемометрики. Возможности методов хемометрики для идентификации НП широко представлены в зарубежной литературе [11-14], в том числе, в рамках решения задач судебной экспертизы. При этом в отечественной литературе описания применения методов хемометрики для решения задач пожарно-технической экспертизы, в том числе НП, практически отсутствуют.

Хемометрика – это раздел химии применяющий математические, статистические, и другие методы, основанные на формальной логике, через построение или отбор оптимальных методов измерения и планов эксперимента, а также извлечение наиболее важной информации при анализе экспериментальных данных [12].

Для выделения полезной информации в хемометрике используются методы сжатия данных (в отличие от традиционного подхода, когда из данных выделяют отдельные, особо значимые результаты измерения). Сущность этих методов заключается в том, что исходные данные представляются таким образом, чтобы выявить новые скрытые переменные, через которые получают дополнительную информацию. При этом должны выполняться два условия:

во-первых, число новых переменных (химический ранг) должно быть существенно меньше, чем число исходных переменных;

во-вторых, потери от такого сжатия данных должны быть сопоставимы с шумом в данных.

Методы сжатия данных позволяют представить полезную информацию в более компактном виде, удобном для визуализации и интерпретации.

Еще одной важной особенностью хемометрики, в отличие от «традиционного» подхода, является рассмотрение многофакторных данных в совокупности, без выделения предварительно одного или нескольких «существенных» факторов или переменных [13,14]. В результате построенные многомерные эмпирические модели позволяют обнаружить новые связи или явления, так как учитывают скрытые объективно существующие связи внутри объекта. Сжатие данных позволяет представить полезную информацию в более компактном виде, удобном для визуализации и интерпретации.

Наиболее популярным способом сжатия данных является метод главных компонент (МГК). Он дает основу для других аналогичных хемометрических методов, включая оконный факторный анализ (WFA), эволюционный факторный анализ (EFA), итерационный целевой факторный анализ (ITTFA), а также для многих методов классификации, например, формального независимого моделирования аналогий классов (SIMCA). С математической точки зрения метод главных компонент — это декомпозиция исходной 2D-матрицы X (исходные химические данные, например, значения интенсивности спектров от концентрации определяемого компонента), т.е. представление ее в виде произведения двух 2D-матриц T и P (рис. 1):

$$X = TP^t + E = \sum_{a=1}^A t_a p_a^t + E, \quad (1)$$

где T - матрица счетов (scores); P - матрица нагрузок (loadings); E - матрица остатков (отражает тот факт, что экспериментальные данные включают в себя некоторую ошибку). Число столбцов t_a в матрице T и p_a в матрице P равно эффективному (химическому) рангу матрицы X . Величина A называется числом главных компонент (МГК), и она, естественно, меньше числа столбцов в матрице X [14].

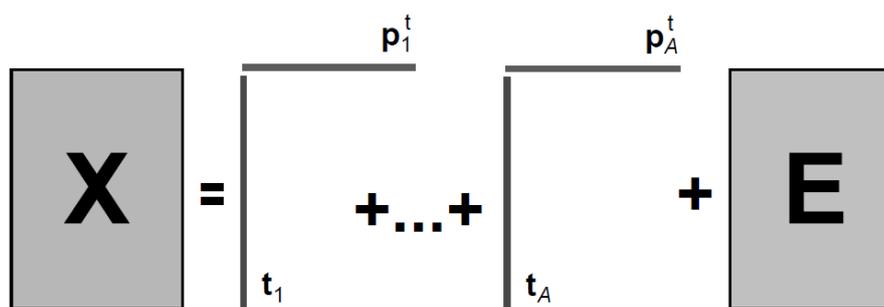


Рис. 1. Графическое представление метода главных компонент

В общем случае матрицы счетов (Т) и нагрузок (Р) уже нельзя интерпретировать как спектры и концентрации, а число главных компонент А – как число химических компонентов, присутствующих в исследуемой системе. Тем не менее, даже формальный анализ счетов и нагрузок оказывается очень полезным для понимания устройства данных.

Анализ спектроскопических данных с использованием МГК может позволить реализовать не только задачу эффективной идентификации исследуемых компонентов, но и количественного анализа через построение многомерной калибровки.

В задачах количественного анализа участвуют два блока данных. Первый блок X – это матрица аналитических сигналов (например, спектров, хроматограмм, и т.п.). Второй блок Y – это матрица соответствующих химических показателей (например, концентраций). Число строк (I) в этих матрицах равно количеству образцов сравнения, число столбцов (J) в матрице X соответствует числу каналов (длин волн), на которых записывается сигнал, и, наконец, число столбцов (K) в матрице Y равно числу химических показателей, т.е. откликов. Задача градуировки состоит в построении математической модели, связывающей блоки X и Y, с помощью которой можно в дальнейшем предсказывать значения показателей у по новой строке значений аналитического сигнала x. Простейшая градуировочная модель – это одномерная регрессия (J=1, K=1), т.е. модель $y=a+bx$, которая соответствует одному каналу аналитического сигнала. С помощью методов классического регрессионного анализа можно строить более сложную, множественную регрессию (I>J, K=1), в которой участвуют несколько каналов, т.е. $y=Xb$. При использовании этих методов, обычно предполагается, что значения факторов x_{ij} известны точно, а погрешности присутствуют только в блоке y.

Возможности методов хемометрики для идентификации НП широко представлены в зарубежной литературе [8-12], в том числе, в рамках решения задач судебной экспертизы [4]. При этом в отечественной литературе описания применения методов хемометрики для решения задач пожарно-технической экспертизы, в том числе НП, отсутствуют.

Пример применения методов хемометрики для установления следов жидких инициаторов горения представлен в работе [13]. Рассматривая результаты хроматографического анализа различных инициаторов горения (бензин, дизельное топливо, эфирное масло, керосин, этанол и парафин) авторы работы [13] выявили хроматографические сигналы m/z (отношение массы молекулярного осколка к его заряду), по которым можно осуществлять детектирование. На рис. 2 представлена полевая диаграмма, построенная по данным, полученным методом линейного дискриминационного анализа. Можно отметить, что в случае только образцов без инициаторов горения и с применением этанола отмечаются практически все сигналы выше 50% от относительной интенсивности. В случае бензина только для двух сигналов (m/z равное 57 и 91) отмечается относительная интенсивность выше 50%. В случае других инициаторов горения только один сигнал (m/z = 57) имеет значительную интенсивность.

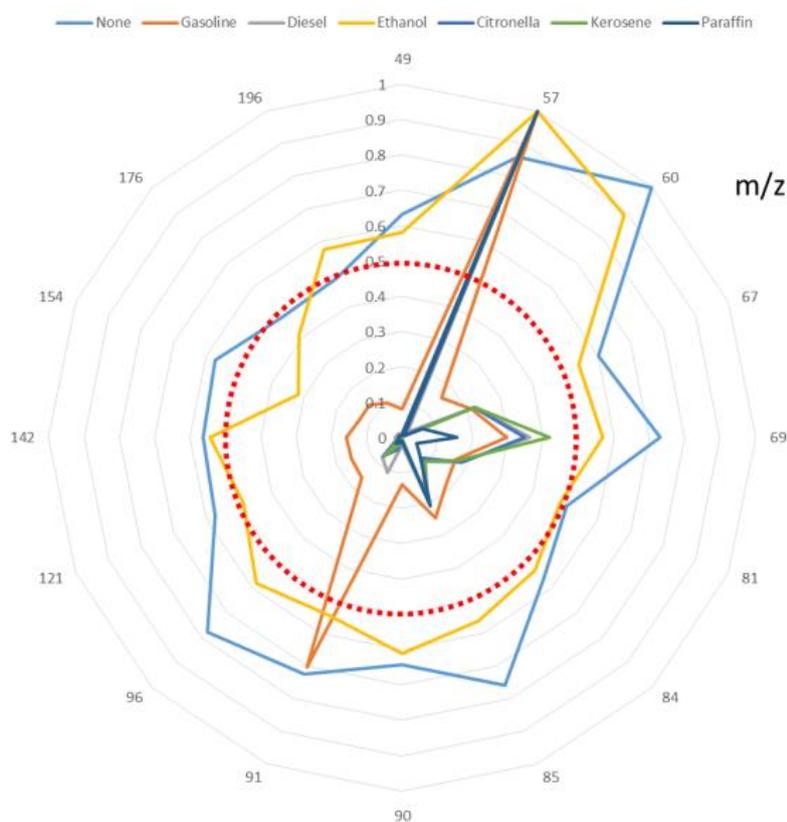


Рис. 2. Результаты хроматографического анализа некоторых инициаторов горения [13]

Тем не менее, интенсивности хроматографических сигналов и их соотношения для всех рассмотренных инициаторов горения отличаются и это, по мнению авторов [13], может быть использовано для осуществления детектирования различных ЛВЖ и ГЖ.

Для разработки методики идентификации нефтепродуктов методом инфракрасной спектроскопии были использованы образцы бензинов разных марок, дизельного топлива, моторного масла и керосина.

Для разработки метода качественного и количественного анализа сложных многокомпонентных смесей ЛВЖ и ГЖ проводилось приготовление модельных смесей ЛВЖ и ГЖ – бензин, керосин и моторное масло. При этом для определения калибровочных зависимостей готовились двухкомпонентные смеси бензина, керосина и моторного масла заданного состава.

Исходные вещества брались пипеткой в указанных объемах, смешивались в пробирках, после чего наносились на поверхность кристалл-анализатора приставки МНПВО.

Для проверки воспроизводимости результатов для каждого указанного состава готовилось по три образца.

Для регистрации ИК-спектров исследуемых образцов в работе использован ИК-Фурье-спектрометр «ИнфраЛЮМ® ФТ-08». Приставка МНПВО (многократного нарушенного полного внутреннего отражения) с кристалл-анализатором ZnSe. Использование приставки МНПВО позволяет значительно упростить процесс регистрации ИК-спектров.

Прибор предназначен для ИК-спектроскопического исследования твердых, жидких и газообразных проб. Спектрометр позволяет проводить анализ состава и контроль качества смазочных масел, топливных смесей, фармпрепаратов, полимеров, строительных материалов, лакокрасочных составов, высокочистых веществ. Прибор укомплектован набором приставок, позволяющих повысить экспрессность и качество анализа.

Для осуществления построения калибровочных зависимостей проводилась обработка полученных спектральных данных методом МГК. На первом этапе построения калибровочных

зависимостей осуществлялась регистрация ИК-спектров образцов заданного состава, которые рассматриваются в работе как стандартные образцы.

Получаемые ИК-спектры поглощения образцов могут требовать проведения корректировки, в частности, коррекции базовой линии. Это необходимо для обеспечения единой базовой линии для всех образцов и реализуется на втором этапе. Кроме этого, для спектральных данных проводится центрирование и шкалирование, что необходимо для последующего МГК анализа.

На третьем этапе для всех образцов каждой рассматриваемой системы реализуется обработка спектральных данных с применением алгоритма МГК. Исходя из анализа полученных матриц счета и нагрузок выделяются главные компоненты (четвертый этап), позволяющие определять в последующем концентрации вещества по спектральным характеристикам ИК спектра.

Используя выбранные главные компоненты методом МГК и учитывая заданные концентрации смесей строятся калибровочные зависимости (этап пятый), которые проверяются на отдельных спектрах проверочных составов (этап шестой).

После проведения проверки калибровочной зависимости, каждой рассматриваемой системы, осуществлялась ее проверка путем применения к ИК-спектру произвольного состава (этап номер семь). Проверка показала, что отклонение определенной таким образом концентрации смеси от заданной не превышало 10-15%. Подобная схема расчета осуществлялась для всех рассматриваемых смесей.

ИК-спектр бензина:

На рис. 3 приложен ИК-спектр бензина АИ-95 (АЗС «25 часов»). На спектре проявляется серия полос поглощения, которая характеризует исследуемый образец. Следует отметить, что подобный профиль спектра характерен, в той или иной мере, для всех изученных бензинов. Отличия проявляются только в изменении соотношения отдельных полос поглощения в спектре. Поэтому описание спектров бензинов проводится на примере бензина марки АИ-95 (АЗС «25 часов»).

Полосы поглощения в областях $2800-3000\text{ см}^{-1}$ и $1300-1500\text{ см}^{-1}$ (рис. 4 и 5, соответственно) согласно [44] отвечают валентным и деформационным колебаниям связи С-Н для структурных групп $-\text{CH}_3$ и $-\text{CH}_2-$. Наличие данных полос поглощения в ИК-спектре образца является констатацией факта, что бензин относится к углеводородам.

В области спектра $800-1200\text{ см}^{-1}$ отмечается совокупность полос средней и малой интенсивности (рис. 4). В этой спектральной области проявляются различные колебания молекул, в том числе и скелетные колебания молекулы углеводородов. Однозначной интерпретации эти полосы поглощения не поддаются в силу их значительного взаимного перекрытия. В целом сложный спектральный профиль этой области является индивидуальной особенностью каждого вещества и используется для его идентификации.

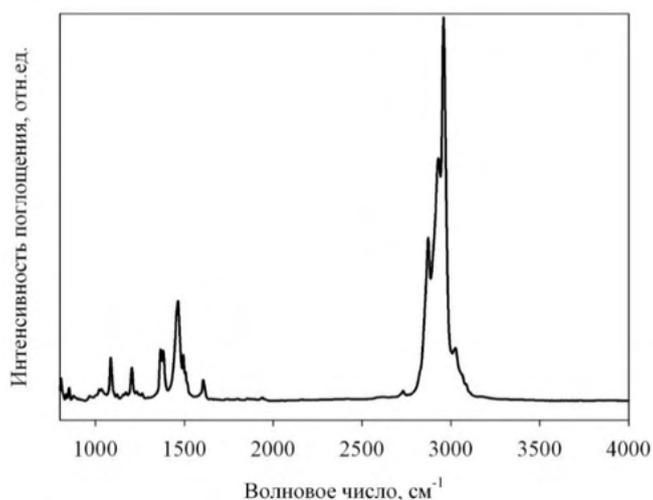


Рис. 3. ИК-спектр поглощения бензина АИ-95 (АЗС «25 часов»)

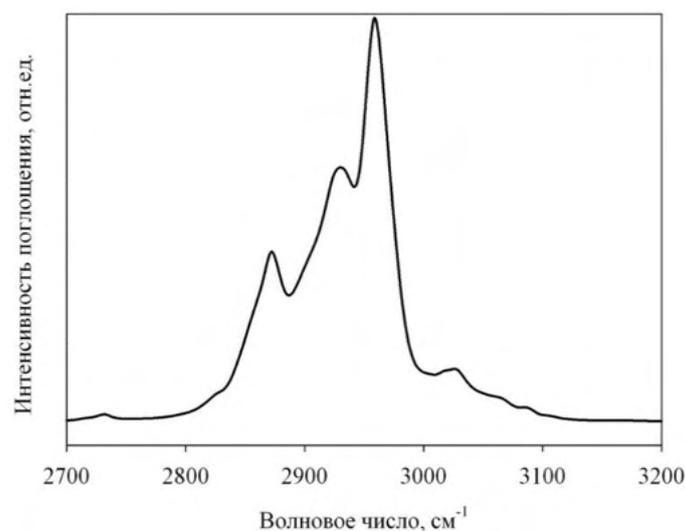


Рис. 4. ИК-спектр поглощения бензина АИ-95 (АЗС «25 часов») в диапазоне 2700-3200 см⁻¹

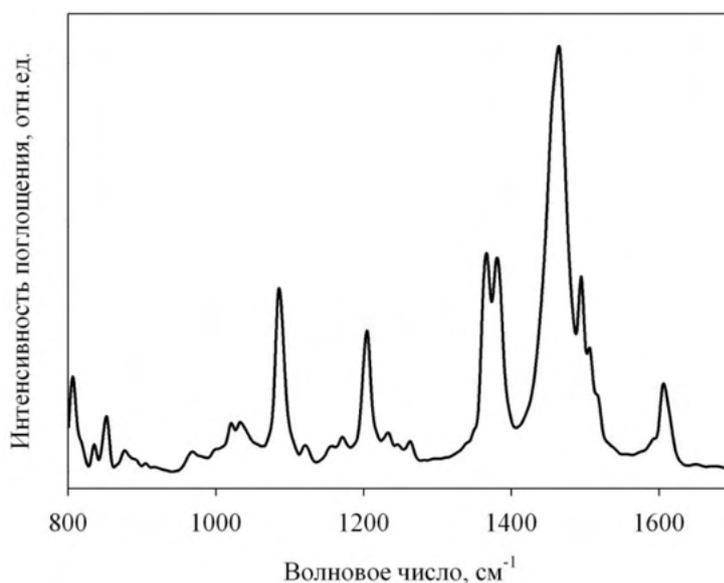


Рис. 5. ИК-спектр поглощения бензина АИ-95 (АЗС «25 часов») в диапазоне 800-1700 см⁻¹

На спектре можно также выделить наличие полос поглощения при 1500-1700 см⁻¹ и 3000-3100 см⁻¹ (рис. 4 и 5, соответственно). Полосы при 1500 - 1700 см⁻¹ свидетельствуют о наличии в исследуемом веществе ароматических соединений. При этом полосы поглощения в области 3000-3100 см⁻¹ свойственно для соединений с сопряженной связью $\text{C}=\text{C}$. Все это соответствует сложному составу бензинов и, можно отметить, что наблюдаемый спектральный профиль может позволить эффективно идентифицировать бензин среди других, рассматриваемых в работе, веществ в том числе и нефтепродуктов. В целом из рассмотренных спектральных особенностей можно выделить признаки, по которым возможно идентифицировать исследуемый образец как бензин и определять его марку.

Таким образом, выявление соответствующих полос поглощения в ИК-спектре исследуемого образца и сопоставление их относительных интенсивностей можно использовать как основу для методики идентификации методом ИК-спектроскопии.

Идентификации топлива на основе МГК:

Для реализации метода главных компонент, который предложен для осуществления классификационной спектральной задачи, обрабатываются интенсивности ИК-спектров для предварительно выбранных 13 значений волновых чисел. Пример набора значений интенсивностей спектров для всех рассматриваемых смесей представлен в таблице.

С использованием выбранного набора волновых чисел, сформирована таблица интенсивностей, исследуемых образцов бензинов и дизельного топлива.

На основании этих сформированной совокупности спектральных данных, после проведения декомпозиции по алгоритму метода главных компонент, получены матрицы счета (Т) и нагрузок (Р).

Таблица. Полосы поглощения, наблюдаемые в индивидуальных компонентах

Волновое число, см ⁻¹	Бензины			Дизельное топливо
	АИ-92	АИ-95	АИ-98	
806	+	+	+	+
850	-	+	+	-
1037	+	+	+	-
1085	-	+	+	-
1203	-	+	+	-
1365	+	+	+	-
1378	+	+	+	+
1463	+	+	+	+
1496	+	+	+	-
1606	+	+	+	+
2871	+	+	+	+
2927	+	+	+	+
3027	+	+	+	-

Среди полученного набора главных компонент матрицы счета выбираются такие соотношения, которые удовлетворительно классифицируют исходные образцы. На рисунке 6 представлены данные матрицы счета (Т) в проекции по главным компонентам ГК1 и ГК2. Особенность расположения соответствующих значений матрицы счета в пространстве выбранных главных компонент позволяет выделить отдельные области, которые разделяют дизельное топливо и бензины по маркам. Что и может рассматриваться в качестве классификационного признака идентификации углеводородного топлива.

Эту классификацию можно проверить с помощью обработки спектральных данных новых образцов топлива матрицей нагрузки с получением соответствующих значений матрицы счета. Эти значения откладываются на поле координат главных компонент (рис. 6). Проведенные проверки показали эффективность полученной классификации.

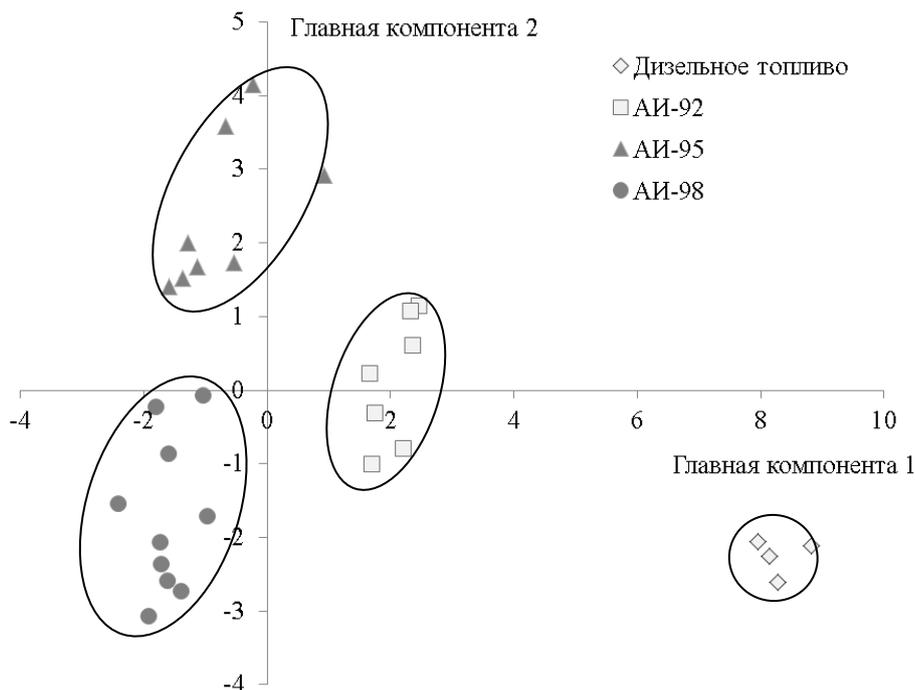


Рис. 6. График T-счетов метода главных компонент

Полученные в работе результаты могут быть применены для реальных материалов, исследуемых в рамках судебной и/или пожарно-технической экспертизы. При этом однозначный результат может быть получен только для образцов, представляющие собой остатки нефтепродуктов в сосудах или емкостях с места преступления или пожара. Для нефтепродуктов, поступающих на экспертизу на объектах-носителях, требуется дополнительное исследование для уточнения влияния материала носителя, растворителя, используемого для смыва и извлечения с объекта-носителя, и т.д.

Тем не менее, можно отметить, что не осуществляя изменений конструкции прибора и не меняя принципиально стандартных операций спектрального анализа и отбора проб, применение метода МГК для обработки ИК-спектров анализируемых проб, реализуется совершенствование метода ИК-спектроскопического анализа нефтепродуктов. При этом обеспечивается решение не только задачи диагностики – установление принадлежности к тому или иному классу нефтепродуктов, но и идентификации – определение количественного состава.

Использование рассматриваемого подхода в практике работы ИПЛ, в сочетании с другими физико-химическими методами анализа, обеспечит повышение достоверности и однозначности результатов экспертиз.

В результате проделанной работы были сделаны следующие выводы:

- Применение метода главных компонент при анализе ИК-спектроскопических данных индивидуальных нефтепродуктов – бензины, дизельное топливо и керосин, позволяет осуществить их детектирование.
- Использование МГК при осуществлении ИК-спектроскопического определения нефтепродуктов расширяет возможности метода. При сохранении материально-технического оснащения и способов отбора проб позволяет получать больше информации о качественном и количественном составе анализируемого вещества.
- Используя анализ методом МГК ИК-спектральных данных образцов проб, отобранных с места пожара, установлена их классификационная принадлежность – бензины автомобильные марки АИ-92 и АИ-95.

Список литературы:

1. Другов Ю.С. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов. Практическое руководство: 2-е изд., перераб. и доп. / Ю.С. Другов, А.А. Родин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 270с.
2. Галишев М.А. Обнаружение и экспертное исследование остатков горючих жидкостей – средств поджога/М.А. Галишев, И.Д. Чешко//Пожаровзрывобезопасность. 2004. №3. С.63-71.
3. P. Mark L. Sandercock Fire investigation and ignitable liquid residue analysis—A review: 2001–2007// Forensic Science International. 2008. V.176. p.93–110.
4. American society for testing and materials (ASTM). ASTM E1618 (2014) Standard test method for ignitable liquid residues in extracts from fire debris samples by gas chromatography-mass spectrometry; ASTM International: west conshohocken, PA, USA, 2014.
5. Иванова Л.В. ИК-спектрометрия в анализе нефти и нефтепродуктов/ Л.В. Иванова, Р.З. Сафиева, В.Н. Кошелев// Вестник Башкирского университета. 2008. Т.13. №4. С.869-874.
6. Шубин А.А. Методы газовой хроматографии и ИК-спектроскопии как инструменты пожарно-технической экспертизы/ А.А. Шубин, А.Н. Лагунов, А.А. Богданов, М.В. Гапоненко// Научно-аналитический журнал: «Сибирский пожарно-спасательный вестник». 2017. № 3 (6). С.22-27.
7. Золотаревская И.А. Судебно-экспертное исследование легковоспламеняющихся нефтепродуктов в послепожарных остатках: Методическое письмо для экспертов// И.А. Золотаревская, Е.В. Шевырева, А.А. Салимов и др.// Москва: ВНИИСЭ МЭ РФ. 1993. – 81с.
8. Чешко И.Д. Техническое обеспечение расследования поджогов, совершенных с применением инициаторов горения/ И.Д. Чешко, М.А. Галишев, С.В. Шарапов, Н.Н. Кривых// Под. ред.

- д.в.н., профессора В.С. Артамонова, СПб.: Санкт-Петербургский университет МВД России, 2000. – 103с.
9. ГОСТ 32513-2013 Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия/ Межгосударственный стандарт. М.: Стандартинформ, 2019. 15с.
 10. Robin J. Abel. Modern instrumental limits of identification of ignitable liquids in forensic fire debris analysis/ Robin J. Abel, Grzegorz Zadora, P. Mark L. Sandercock, James J. Harynuk// Separations. 2018. №.5. V.58. p.1-18.
 11. Jeanet Hendrikse. ENFSI collaborative testing programme for ignitable liquid analysis: A review// Forensic Science International. 2007. V.167. p.213–219.
 12. Andjoe A. S. Sampat. Detection and characterization of ignitable liquid residues in forensic fire debris samples by comprehensive two-dimensional gas chromatography/ Andjoe A. S. Sampat, Brenda van Daelen, Martin Lopatka at all.// Separations. 2018. №.5. V.43. p.1-27.
 13. Marta Ferreiro-González. Determination of ignitable liquids in fire debris: direct analysis by electronic nose/ Marta Ferreiro-González, Gerardo F. Barbero, Miguel Palma, Jesús Ayuso at all.// Sensors. 2016. №16. p.1-12.
 14. Fazal Mabood. Detection and estimation of Super premium 95 gasoline adulteration with Premium 91 gasoline using new NIR spectroscopy combined with multivariate methods/ Fazal Mabood, Syed Abdullah Gilani, Mohammed Albroumi at all.// Fuel. 2017 V.197. p.388–396.

ОЦЕНКА ПОВСЕДНЕВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ С УЧЕТОМ РЕШЕНИЯ ОСНОВНЫХ ОПЕРАТИВНЫХ ЗАДАЧ

Татаркин Иван Николаевич

Мартинovich Николай Викторович

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Калач Андрей Владимирович

д-р хим. наук, профессор, Воронежский государственный, технический университет, Уральский институт ГПС МЧС России

Аннотация. В статье представлен подход к оценке повседневной деятельности подразделений, обеспечивающих оперативное реагирования на происшествия связанных с чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера. Представлен общий анализ предметной области и обоснования актуальности проведения исследований вопросов применение методов и методик оценки процессов при повседневном управлении на уровне пожарно-спасательного подразделения. Рассмотрены и проанализированы основные элементы системы, определенные законодательством. Отмечена схожесть структуры подразделений всех видов пожарной охраны. Выделены два отличающихся основных режима функционирования системы, характерных для пожарно-спасательного подразделения вне зависимости от вида пожарной охраны: функционирование в режиме оперативного реагирования и в режиме повседневной деятельности, включающей обособленный элемент - обеспечение готовности к реагированию. В целях повышения эффективности рассмотрены алгоритмы оценки показателей деятельности пожарно-спасательного подразделения. Определена структура и связь элементов оперативной деятельности. Проведена декомпозиция элементов на основные составляющие блоки. Построена иерархия элементов системы повседневной деятельности. На основе анализа структуры для дальнейшей реализации задач исследования проведена классификация и построена иерархия классов онтологии. Авторами в работе предлагается проводить оценку повседневной деятельности путем представления информационного потока, возникающего при функционировании пожарно-спасательного подразделения как систему взаимосвязанных и взаимозависимых элементов, которые позволяют обеспечивать достижения целей и задач организации. Предложенное функциональное моделирование и построение онтологических связей элементов деятельности типового пожарно-спасательного подразделения позволяет систематизировать значительный объем бизнес-процессов в данной области, требующий изучения и анализа, а также сократить время на выполнение управленческих функций. Базирующаяся на предлагаемом подходе комплексная характеристика оперативной деятельности, позволяет оценить, влияние оперативной деятельности пожарно-спасательных подразделений на различные направления повседневной деятельности.

Ключевые слова: пожарно-спасательная часть, оценка деятельности, алгоритм, онтология, управление, информационный поток, системный анализ.

В «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации», утвержденной руководством страны в июле 2021 года, подчеркиваются неразрывная взаимосвязь и взаимозависимость национальной безопасности и социально-экономического развития страны. Основными факторами, определяющими положение и роль Российской Федерации в мире в долгосрочной перспективе, становятся способность обеспечить технологическое лидерство и эффективность государственного управления. Инновационное, научно-техническое развитие страны является важной составляющей

благополучия государства и, как следствие, основным элементом ее национальной безопасности. В российской программе развития цифровой экономики планируется использовать новые технологии в различных сферах деятельности: Государственное управление и регулирование, информационная инфраструктура, кадры и образование, информационная безопасность, умный город и т.д. Внедрение и развитие новых технологий позволяет повысить эффективность процессов и улучшить различные аспекты деятельности практически во всех областях. В настоящее время одним из актуальных направлений развития систем управления является развитие систем, обеспечивающих безопасность. К организациям, обеспечивающим безопасность, можно отнести организации государственных органов исполнительной власти, осуществляющих оперативное реагирования на происшествия и чрезвычайные ситуации. Эти организации характеризуются сложной структурой управления, а также специфическими особенностями объема и интенсивностью поступления информации для принятия управленческих решений.

Вопросы управления социальными и экономическими системами отражены в фундаментальных работах, зарубежных ученых:

Л. Беталанафи (Ludwig von Bertalanffy); Дж Касти (J. Casti); Г.Вунш (Wunsch); Хемди А. Таха (H.A.Taha); С.Янг (S. Young); С.Л. Оптнер (Optner, S. L.); Дж. Р. Форрестер (J. W. Forrester), так и отечественные исследователи: Н. Н. Моисеев; Н.П. Бусленко; В. А. Виттих; В.В. Дружинин, Д.С. Конторов и др.

Исследованию управленческой деятельности организации, оптимизации бизнес – процессов посвящены фундаментальные работы зарубежных исследователей в данной области: Р. С. Каплана, Д.П. Нортон (Kaplan R. S., Norton D. P.); М. Хаммера (M. Hammer), Д. Чампи (J.Champy); Г. Харрингтона (H. James Harrington), К.С. Эсселинга (Eric K.C. Esseling), Х. Ван Нимвегена (Harm van Nimwegen); Т. Оно (T Ohno); М. Джорджа (George, Michael L); Д. А. Марка (D. A. Marca), К. Л. МакГоуэна, (C. L. McGowan) и др.

Решение задач оптимизации и исследования сложных систем различными методами на основе моделирования так же получили отражение в работах: М. А. Маталыцкого; В.В. Науменко и др. Проблематике оценки деятельности предприятия с применением международных стандартов функционального моделирования при разработке систем различных организаций посвящены работы К.С. Зайцева; В.В. Михалева; Л. Р.Амирбекян, А. А. Валинуровой и др.

Использование методологии системного анализа, управления социальными и экономическими системами при решении различных задач в подразделениях Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России), как одного из наиболее ярких примеров организации государственных организаций органов исполнительной власти осуществляющих оперативное реагирования на происшествия, посвящены работы: Н.Н. Брушлинского; И.Г. Малыгина, В.С Артамонова, А.А Таранцева, Ю.И. Жукова; С.А. Панова; С.В. Субачева; Е.А. Серебренникова; А.С. Крутолапова; Д.А. Сычева; В.С. Горшкова; Г. А. Абрамян; А. П. Чуприяна; М. Т. Пелеха; В. А. Башаричева; М. Ю. Кузнецова; В.А. Белова; И. Н. Разливанова; А.В. Максимова и др.

Большое количество работ посвящено применению различных методов моделирования при оценке в теории профессиональной подготовки специалистов МЧС России: А.М. Новикова; Г.Г. Соболева; Ф.А. Кропф; В.В. Кафидова; С.П. Иванова; В.С. Артамонова, Ю.Г. Баскина, Н.Г. Винокурова, В.П. Гилёва, В.И. Моша, Е.А. Малыгиной и др.

Анализ проведенных работ в исследуемой области позволяет сделать вывод о большом накопленном фундаментальном объеме знаний, имеющим практическое и теоретическое значение. В то же время рассмотренные в большинстве работы методики и подходы являются общими и требуют адаптации применительно к особенностям деятельности конкретной организации. Особую актуальность данный аспект приобретает при исследовании и применении в системах со специфическими задачами, ярким примером которых являются организации, осуществляющие оперативное реагирования на происшествия.

В большинстве данных работ приводятся попытки определения критериев оценки процессов на основании построения математических моделей различных аспектов деятельности, а также исследование поведения данных моделей в условиях изменяющейся оперативной обстановки

на основе как статистических данных о результатах деятельности подразделений, так и показателей, полученных в ходе моделирования. При этом применение методов и методик оценки процессов именно при повседневном управлении на уровне пожарно-спасательного подразделения практически не освещено.

Проведённый анализ позволяет сделать вывод о том, что разработка методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в процессе функционирования подразделений пожарной охраны в режиме повседневного управления, основанных на объективных научных методах, является актуальной научной задачей и позволяет нивелировать влияния ряда ошибок, обусловленных человеческим фактором. Идентичность организационной структуры управления подразделений различных видов пожарной охраны, определенная правовыми нормативными актами, позволяет применять разработанные методы и алгоритмы независимо от вида пожарной охраны и форм собственности.

Цель исследования проводимого исследования является: Повышение эффективности принятия решений при управлении повседневной деятельностью подразделений пожарной охраны на основе совершенствования системы оценки объема воздействия от процессов, возникающей при решении оперативных задач.

Исходя из поставленной цели, объектом исследования является: Система управления и обеспечения функционирования подразделений пожарной охраны России различного вида.

В процессе проведения исследования предполагается применения следующих методов исследования: методы принятия управленческих решений, теории системного анализа, исследования операций, методы математического моделирования. Для формализации предметной области применялся метод онтологического описания и теоретико-множественный метод описания процессов.

Для достижения поставленной цели были выделены следующие задачи исследования:

1. Анализ системы управления и функционирования подразделений пожарной охраны с использованием процессного подхода и методов онтологического описания предметной области.
2. Разработка методики определения показателя объема воздействия на элементы повседневной деятельности процессов возникающих при решении основных задач подразделений пожарной охраны.
3. Синтез алгоритма и методики оценки объема воздействия на элементы повседневной деятельности, результат которого позволяет получить дополнительную (экспертную) информацию о факторах, влияющих на элементы системы, необходимую для повышения обоснованности и объема принимаемых управленческих решений.

Согласно поставленным задач исследования на первом этапе представлены результаты исследования системы управления и особенностей функционирования типового пожарно-спасательного подразделения.

Пожарно-спасательная часть является специфическим объектом управления основной задачей которого является непосредственно реагирование на возникающие происшествия, а также решения задач повседневного управления создающих условия наиболее быстрого и эффективного реагирования на возникающие инциденты. Задачи, решаемые оперативным пожарно-спасательным подразделением, закреплены законодательно и помимо непосредственно тушения пожаров (ТП) и проведения аварийно-спасательных работ (АСР) включают ряд обеспечивающих мероприятий. [1]

Проведенное ранее в работах [2-4] функциональное моделирование процесса в совокупности с детальным изучением нормативных документов, регламентирующих деятельность системы управления подразделений пожарной охраны, а также анализ служебной деятельности должностных лиц пожарно-спасательных подразделений Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России в работе [5] позволяет выделить ключевые элементы, как при решении задач повседневного управления, так и оперативного управления (рис. 1).

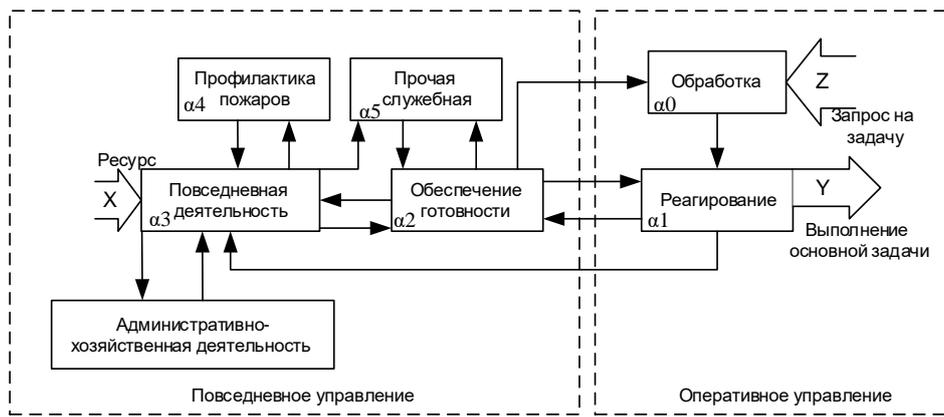


Рис. 1. Основные функциональные элементы системы управления типового пожарно-спасательного подразделения. Source: [составлено авторами]

В результате исследования выделены два отличающихся режима функционирования системы: функционирование в режиме оперативного управления, в режиме повседневного управления. Структурно-функциональный анализ позволил провести декомпозицию элементов на основные составляющие блоки и определить иерархию элементов системы повседневной деятельности, а также выделить три основных специфических элемента повседневной деятельности (рис. 2).

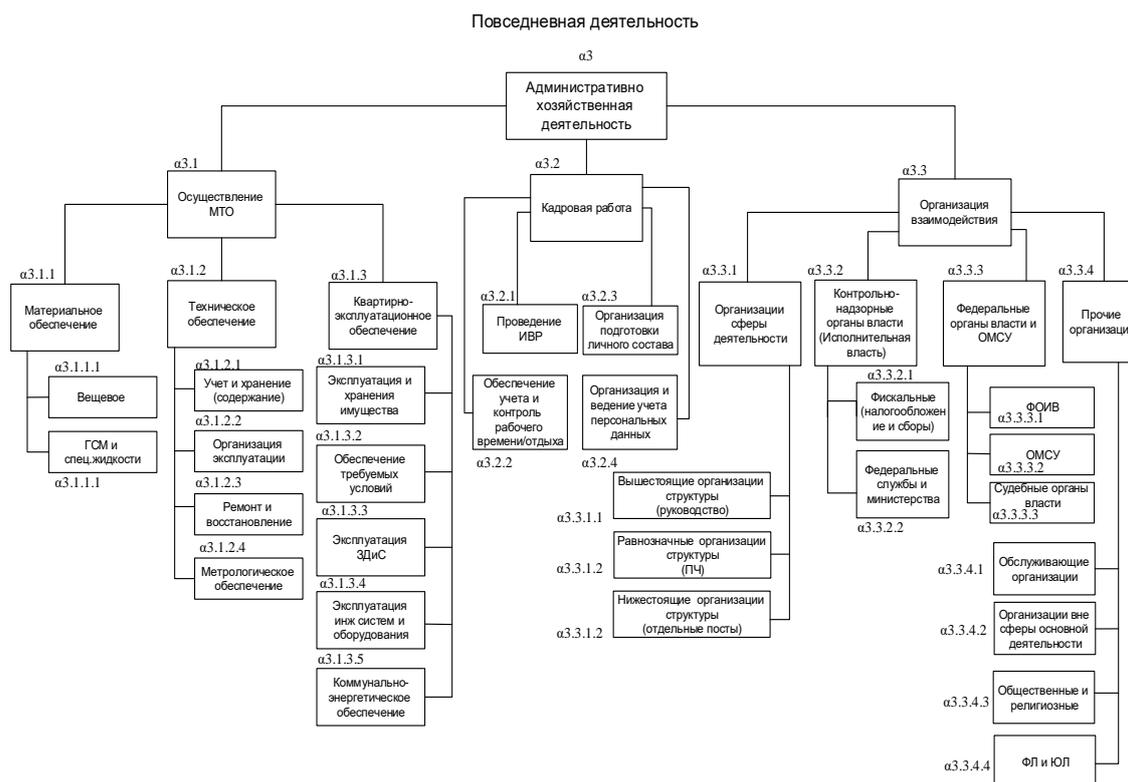


Рис. 2. Функциональные блоки повседневной деятельности. Source: [составлено авторами]

Алгоритмы оценки, определённые традициями, сложившейся многолетней практикой управления и отражены в Федеральных законах, нормативно-правовых актах Правительства РФ и приказах МЧС России. [4] Принятие управленческих решений и объем управленческого воздействия на системы, основывается на индивидуальных оценках комплексного показателя деятельности пожарно-спасательного подразделения.

Комплексный показатель, применяемый в настоящее время возможно представить функцией (1):

$$W_j = f(\{K_{ji}\}, r_j, p_j) \Rightarrow \max, \text{ при } K_{ji} \in [2,5], r_j, p_j > 0 \quad (1)$$

где:

W_j - комплексный показатель деятельности, j -го пожарно-спасательного подразделения;

K_{ji} - оценка i -го показателя, j -го пожарно-спасательного подразделения;

r_j - количественный показатель результатов оперативной деятельности, j -го пожарно-спасательного подразделения (количество спасенных, предотвращенный ущерб и т.д.);

p_j - количественный показатель профилактической работы, j - го пожарно-спасательного подразделения.

Управление эффективностью подразделения, сводится к влиянию на переменные (K_{ji} , r_j , p_j) лицом, принимающим решения, управляющими воздействиями, основанными субъективно на его личном опыте и профессионализме. Комплексную оценку деятельности должностных лиц пожарно-спасательных подразделений и как следствие эффективности функционирования всего подразделения принято проводить по показателю среднего арифметического, оценочных значений по направлениям деятельности.

Как правило, оценка проводится по трем укрупненным показателям, соответствующих видам управления: оперативная деятельность; организация караульной и гарнизонной службы (обеспечение готовности); повседневная деятельность (кадровая работа, материально-техническое снабжение, профилактика пожаров и т.д.). В настоящий момент, принятие управленческого решения по реорганизации и оптимизации процессов функционирования пожарно-спасательного подразделения, в целях повышения эффективности проводится на основании значения комплексного показателя, включающего совокупность значений по направлениям, который, в общем виде возможно представить выражением (2):

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^3 \alpha_i}{i} \quad (2)$$

где:

K_j - комплексная оценка j -го пожарно-спасательного подразделения;

α_i - оценка по i -му направлению деятельности, как правило $\alpha_i \in [2,5]$.

Проведенные в рамках решения первой задачи результаты исследования системы управления и особенности функционирования пожарно-спасательного подразделения позволили получить необходимую информацию для дальнейшей разработки модели описания исследуемой системы.

Алгоритм оценки повседневной деятельности предлагается строить на основе подхода, основанного на дескрипционных логиках представляя метаданные возникающие в процессе функционирования и повседневного управления, набором триплетов вида «субъект — предикат — объект».

Под объектом в данном подходе будет пониматься оцениваемая повседневная деятельность подразделения (α_j), предикатами (β_i) в данной модели являются соответствующие отношения между субъектами (α_i), выраженное соотношением (3):

$$\alpha_j = \sum_{i=1}^j \alpha_i \beta_{ij} \quad (3)$$

где:

α_i - субъект - элемент системы (процесса), возникающих в процессе служебной деятельности;

β_i - предикат - условный «вес» влияния процессов (субъектов), возникающих в процессе служебной деятельности (активации i -го блока) и влияющий на блок повседневного управления (j).

На основе анализа структуры, для дальнейшей реализации задач исследования с помощью встроенной машины вывода (reasoner) Fact++ в редакторе Protégé по алгоритму Tableau Based

проведена классификация и построена иерархия классов онтологии. Основные элементы онтологии представлены на (рис. 3).

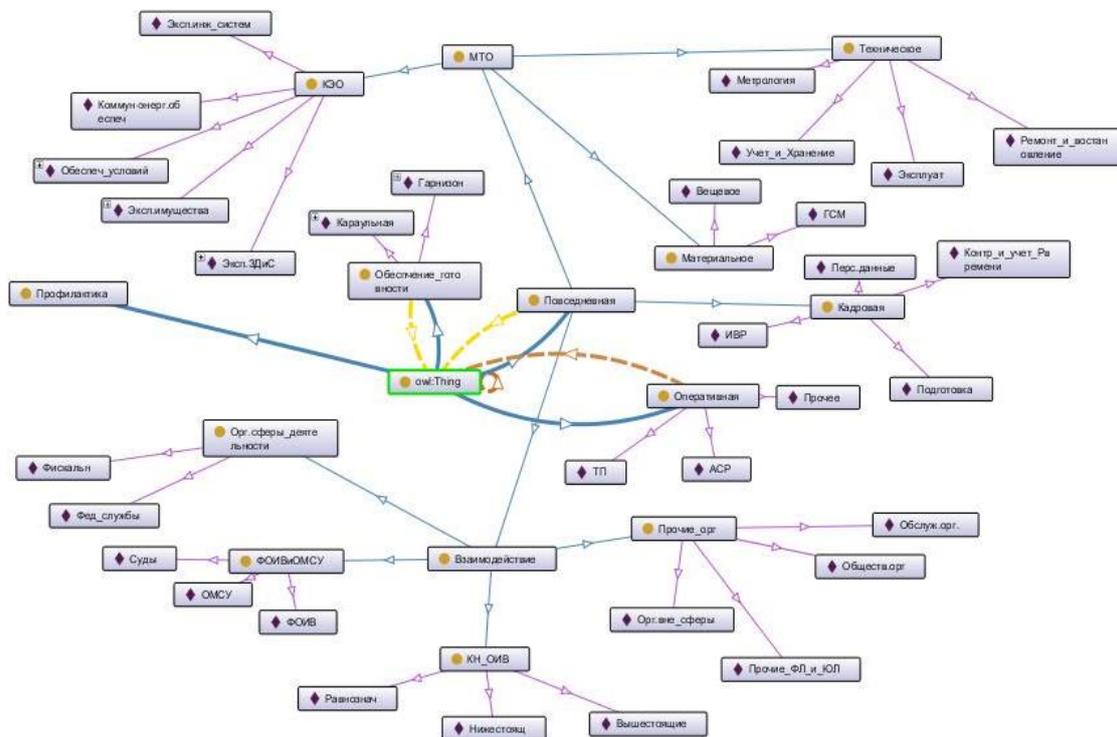


Рис. 3. Онтология процессов деятельности типового пожарно-спасательного подразделения.
Source: [составлено авторами]

Полученные при построении онтологии и представленные набором триплетов вида «субъект — предикат — объект» данные, позволили определить структуру и связи элементов оперативной деятельности с элементами повседневной деятельности необходимых для оценки и принятия управленческих решений типового пожарно-спасательного подразделения. Данное представление позволяет, в отличие от традиционного подхода проводить дальнейшую оценку деятельности учитывая интенсивность оперативной деятельности.

Влияние оперативного блока на блок управления повседневной деятельности возникает при появлении запроса на выполнение основной задачи подразделения (возникновения инцидента). При поступлении запроса на выполнении основной задачи (ТП и АСР), поток управленческих решений и необходимых для этого ресурсов увеличивается, инициируя возникновения соответствующих предикатов воздействия β_i на блоки повседневной деятельности. Оценку интенсивности влияния одного блока на другой возможно оценить по возникающим информационным потокам.

Появление информационных потоков любой организации начинается с момента принятия решения о ее создания до непосредственного начала функционирования и продолжается на всех этапах жизненного цикла организации. Начало полноценного функционирования организации сопровождается интенсивным возникновением, как внешних входящих информационных потоков, обусловленных выполнением основных задач, так и внутренних потоков отражающих повседневную деятельность по поддержанию в готовности для выполнения задач по предназначению. Аналогично в деятельности пожарно-спасательного подразделения любое управленческое решение, возникающее функциональное событие инициирует возникновение данного потока и формирует «информационный след». В общем виде весь информационный поток типового пожарно-спасательного подразделения возможно представить в графоаналитическом виде (рис.4).

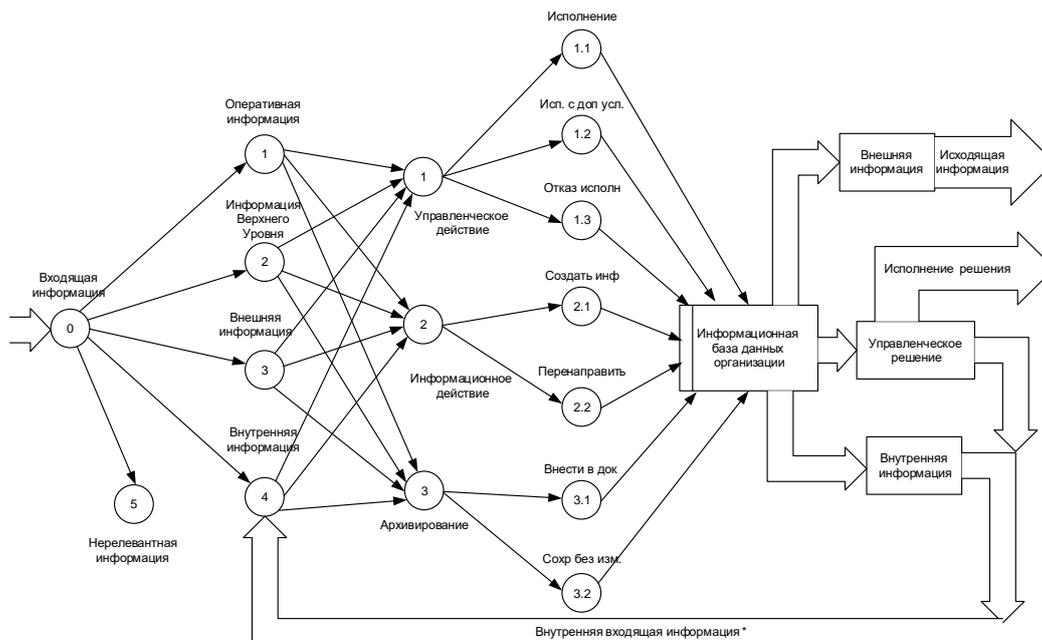


Рис. 4. Общий вид информационного потока типового пожарно-спасательного подразделения.

Source: [составлено авторами]

Таким, образом интенсивность возникающих информационных потоков позволяет оценить интенсивность происходящих в организации процессов. Данный подход позволит провести оценку степени влияния оперативной информации на каждый выбранный блок повседневного управления, представляя данные как сумму оценок по каждому инциденту в следующем виде (4):

$$\beta_j = \sum_{i=j}^j \omega_{ji} \quad (4)$$

где:

β_j - суммарное значение характеристик потока информации j-го инцидента;

ω_{ji} - значение характеристики i-ой оперативной информации j инцидента.

Значение информационного потока β_j каждого инцидента возможно интерпретировать, как напряженность административной работы по каждому событию (рис.5).

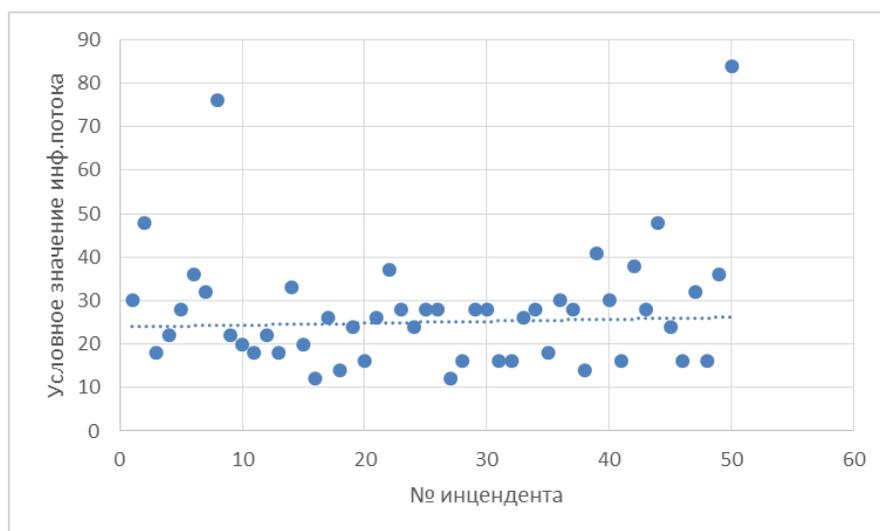


Рис. 5. Пример построения карты интенсивности инцидентов (на основе данных выезда Пожарно-спасательной части №1 по охране Центрального района г. Красноярск в период с 01.01.21-15.03.21)

Отмечено, что данное значение (β_j) коррелируется со сложностью решения оперативной задачи и может быть применено в дальнейшем для оценки оперативного блока, как комплексная характеристика оперативной деятельности, учитывающая в отличие от существующего метода оценки, в котором применяются значения только ранга пожара и или (чрезвычайной ситуации), ряд существенных факторов.

Разработанная модель и онтологическое описание процессов, возникающих при управлении типовыми подразделениями пожарной охраны, отличается от известных моделей тем, что рассматривает деятельность пожарно-спасательного подразделения как при решении оперативных задач, так и в условиях повседневного управления. Синтез полученных при построении данных и предлагаемой методики оценки объема воздействия на элементы повседневной деятельности, позволяет получить дополнительную (экспертную) информацию о факторах, влияющих на элементы системы, необходимую для повышения обоснованности и объема принимаемых управленческих решений при повседневном режиме управления.

Практическая значимость результатов исследования заключается в следующем:

Во-первых, онтологическое описание предметной области может быть применено как модель предметной области для создания информационной системы и (или) как база знаний в справочно-информационных и аналитических системах пожарно-спасательного подразделения;

Во-вторых, функциональная модель обеспечивает адаптацию принятия управленческих решений и объема управленческих воздействий на систему к конкретной оперативной обстановке и объему выполняемых подразделением оперативных задач.

Анализ опыта применения методов и подходов к оценке деятельности при решении задач пожарной охраны и проведенные исследования в данной области [6-12] показывают, что существующие в настоящий момент подходы при оценке деятельности пожарно-спасательных подразделений применяют для оценки эффективности функционирования подразделения и принятия управленческого решения, независимые показатели по каждому направлению деятельности должностных лиц пожарно-спасательных подразделений.

Основные положения представленной работы обсуждались на Международных и Всероссийских научно-практических конференциях [13-15]. Результаты работы апробированы и внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России и практическую деятельность Главного управления МЧС России по Красноярскому краю, а также реализованы в научно-исследовательской работе [5].

Основные результаты исследования структуры и особенностей функционирования системы управления пожарно-спасательного подразделения, возможность применения полученных при моделировании и реализации процессного подхода данных при управлении различными аспектами деятельности подразделения, результаты представлены в работах [1,2,4]. В опубликованных работах [10-12] рассмотрено применение различных подходов при анализе и оценке информационного потока, возникающего в процессе деятельности типового пожарно-спасательного подразделения, предложен оригинальный подход оценки нагрузки на повседневную деятельность [12,18] на основе анализа возникающих в процессе оперативной деятельности информационных потоков.

В представленной работе решена научная задача, связанная с совершенствованием эффективности процесса управления повседневной деятельностью и обеспечение функционирования пожарно-спасательного подразделения за счет совершенствования системы оценки объема воздействия оперативной обстановки и решаемых основных задач. Применение предложенных в работе модели и алгоритма позволяет получить дополнительную (экспертную) информацию о факторах, влияющих на элементы повседневной деятельности, необходимую для повышения обоснованности, объема и своевременности принимаемых управленческих решений. Основные результаты состоят в следующем.

1. Проведен анализ структуры управления и особенности функционирования при решении основных задач пожарно-спасательного подразделения. Результаты анализа позволили определить и проанализировать ключевые управляющие должности, их должностные обязанности, структуру взаимодействия элементов системы. Выделены основные элементы общей структуры системы и специфические подэлементы повседневной деятельности. Определены два отличающихся основных

режима функционирования системы: функционирование в режиме оперативного управления и в режиме повседневного управления. Построена иерархия элементов системы повседневной деятельности. На основе полученной при анализе информации формализовано описание структуры исследуемой системы в терминах теоретико-множественных отношений при решении основной задачи «тушение пожаров» и проведение аварийно-спасательных работы, а также в режиме управления повседневными задачами, прямо не относящихся к оперативной работе подразделения.

2. На основе полученной при анализе информации была построена функциональная модель пожарно-спасательного подразделения. Проведен анализ возникающих потоков информации и материальных объектов, связывающие функции системы. На основе анализа структуры проведена классификация и построена иерархия классов онтологии. Представленное онтологическое описание предметной области может быть применено как модель предметной области для создания информационной системы или баз знаний в справочно-информационных и аналитических системах. Выдвинута и подтверждена в процессе работы гипотеза о влиянии информационного потока, возникающего при реагировании на инциденты на элементы системы повседневного управления.

Использование предлагаемого алгоритма позволит, провести оценку интенсивности влияния оперативной деятельности по каждому блоку повседневной деятельности, в зависимости, как от общего количества выездов, так и характера данных выездов, оцениваемых по основным параметрам информации.

Список литературы:

1. Оценка и управление деятельностью пожарно-спасательных подразделений ГПС МЧС России / Н. В. Мартинович, А. С. Смирнов, А. А. Мельник, А. В. Калач // Вестник Воронежского института ФСИИ России. – 2019. – № 4. – С. 109-115.
2. Functional model of activity of the fire and rescue unit IOP Conf. Series / N.V. Martinovich [et al] // Journal of Physics: Conf. Series 1479 (2020) 012007. doi: 10.1088/1742-6596/1479/1/012007.
3. Мартинович Н.В. Применение параметрического подхода при анализе и оценки информационного потока документооборота пожарно-спасательного подразделения/Мартинович Н.В., Калач А.В., Мельник А.А.//Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2020. № 3. С. 154-161.
4. Мартинович Н.В. Применение методов системного анализа при исследовании деятельности пожарно-спасательных подразделений / Мартинович Н.В., Мельник А.А., Антонов А.В., Татаркин И.Н //Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №6 (2015) Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/86TVN615.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. doi: 10.15862/86TVN615
5. Системный анализ деятельности пожарной части (п. 1.8 плана научной деятельности Сибирской пожарно-спасательной академии – филиала Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России на 2014 год) Отчет о НИР 2014 (заключительный)/ Сиб. пож.-спас. академия ГПС МЧС России; – Железногорск, 2015 рег. номер НИОКР 01201458857, рег. номер ИКРБС 216021250020
6. Брушлинский Н.Н., Математические методы и модели управления в Государственной противопожарной службе [Текст]: Учебник / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. - 173 с.
7. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Математические методы и модели управления в ГПС. - М.: Академия МЧС России, 2011. - 173 с.
8. Брушлинский Н.Н. Системный анализ деятельности ГПС. Учебник. - М.: МИПБ МВД России, 1998. - 255 с
9. Брушлинский Н. Н. Математические методы и модели управления в Государственной противопожарной службе: учебник / Н. Н. Брушлинский, С. В. Соколов. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. - 173 с.

10. Оценка и управление деятельностью пожарно-спасательных подразделений ГПС МЧС России / Н. В. Мартинович, А. С. Смирнов, А. А. Мельник, А. В. Калач //-- Вестник Воронежского института ФСИИ России. – 2019. – № 4. – С. 109-115.
11. Особенности оценки служебной деятельности должностных лиц пожарно-спасательных подразделений Государственной противопожарной службы МЧС России / Н. В. Мартинович, А. А. Мельник, А. В. Антонов, И. Н. Татаркин // Интернет-журнал Науковедение. – 2016. – Т. 8. – № 6(37). – С. 10.
12. Калач А. В. Графоаналитическое представление информационных потоков при оценке информационной нагрузки организации / А. В. Калач, Н. В. Мартинович, А. Н. Батуро [и др.] // Вестник Воронежского института ФСИИ России. – 2021. – № 2. – С. 36-43.
13. Мартинович Н.В. Подходы к созданию методики комплексной оценки боевой работы пожарных/ Мартинович Н.В., Коморовский В.С., Осавелюк П.А // Проблемы информатизации региона. ПИР-2011: Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск, 2011 – С. 119 – 123.
14. Мартинович Н.В. Функциональная модель процесса тушения пожаров подразделениями ГПС МЧС России/ Мартинович Н.В., Коморовский В.С., Осавелюк П.А // XV Международная конференция по эвентологической математике и смежным вопросам. – 2011. – С. 108 – 110.
15. Мартинович Н.В. Процессный подход к управлению пожарно-спасательным подразделением/ Мартинович Н.В., Калюжина Ж.С.//Материалы-научной практической конференции «Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций» г. Воронеж, 18 апреля 2014 г с. 106-108.
16. Антонов, А. В. Обзор применения методов системного анализа при исследовании деятельности пожарно-спасательных подразделений МЧС России / А. В. Антонов, В. С. Коморовский, Н. В. Мартинович // Школа молодых ученых и специалистов МЧС России - 2015: Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, г. Железногорск, Красноярского края, 22–23 сентября 2015 года. – С. 174-179.
17. Мартинович Н.В. Функциональная модель деятельности пожарно-спасательной части / Н. В. Мартинович, А. А. Мельник, А. В. Калач, А. Ю. Акулов // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики: сборник трудов Международной научной конференции, Воронеж, 11–13 ноября 2019 года / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». – Воронеж: Научно-исследовательские публикации, 2020. – С. 1861-1865. -7-9.
18. Мартинович Н. В., Калач А. В., Шмырева М. Б. Подход к оценке информационной нагрузки типового пожарно-спасательного подразделения ГПС МЧС России // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 3 (37). С. 89–92. DOI 10.52684/2312-3702-2021-37-3-89-92

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Вороной Евгений Александрович

*Центр управления в кризисных ситуациях (управления)
Главного управления МЧС России по Иркутской области,
Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

Аннотация. Обеспечение безопасности работников нефтегазовой отрасли является проблемой для руководителей нефтехимической отрасли. В данной статье мы рассматриваем основные мероприятия по совершенствованию управления охраной труда на объектах нефтегазовой отрасли на примере АО «Иркутскнефтепродукт».

Ключевые слова: охрана труда, нефтегазовая промышленность, состояние здоровья работников.

Обеспечение безопасности участников трудового процесса – проблема, с которой сталкиваются все руководители организаций нефтехимической отрасли. Далее будет представлена функциональная модель процессов системой управления охраной труда (далее – СУОТ) на территории предприятия в АО «Иркутскнефтепродукт». Совершенствование СУОТ представляет процесс создания некоторых методов управления, одним из которых является – экономические, что, соответственно, предполагает необходимость учета затрат в сфере обеспечения охраны труда на различных производствах.

Функциональная модель процессов СУОТ в АО «Иркутскнефтепродукт» может быть представлена следующей схемой, представленной на рис. 1.

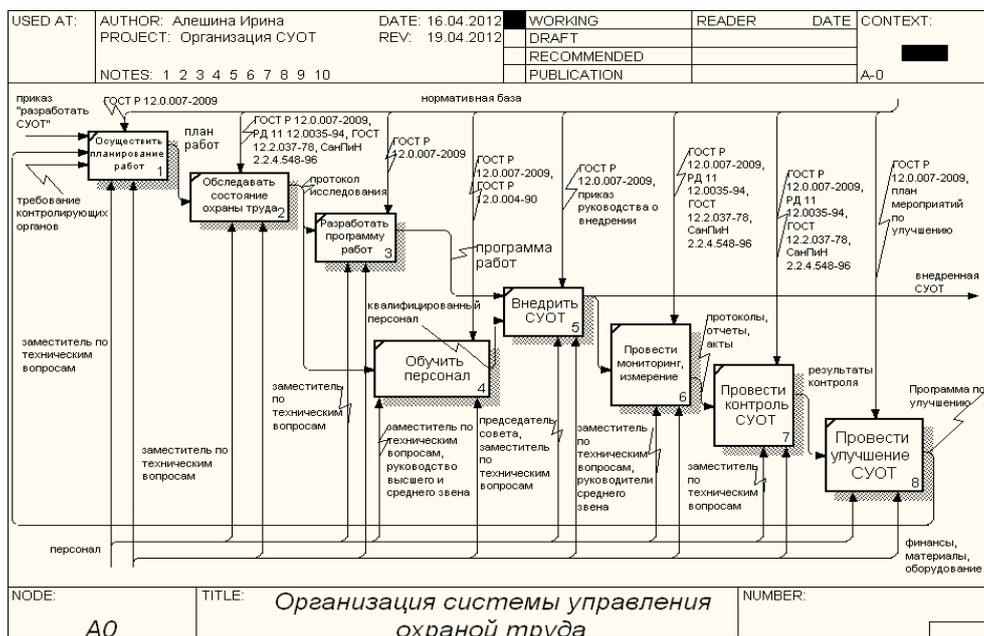


Рис. 1. Функциональная модель процессов СУОТ в АО «Иркутскнефтепродукт»

Необходимость затрат в области охраны труда включает процесс появления новых экономических методов управления [1].

Вложения материальных средств в области охраны труда подразумевает в себе затраты на такие мероприятия как выдачу средств индивидуальной защиты, обучение работников безопасным способам и методам осуществления своей деятельности, проведение медицинского обслуживания. Предоставление компенсации за работу в условиях неблагоприятных для жизни и здоровья, в виде соответствующих доплат и выплат, специального профилактического питания и так далее. Затраты

на возмещение работникам нанесенного вреда здоровью в случае нарушения требований охраны труда на производстве. В настоящее время имеется проблема отсутствия связи с травматизмом, появляющимся на производстве и выявленными заболеваниями, приобретенным в процессе трудовой деятельности.

Низкий уровень внимания по вопросам обеспечения охраны труда со стороны руководителей организации в различных отраслях промышленности объясняется тем, что данный раздел не приносит финансовых успехов, а работает только на убыль финансовых средств. Также данная позиция руководителей предприятий объясняется наличием дешевой рабочей силы, а также возможным использованием работников нелегального происхождения, в данном случае об охране труда на производстве никто не думает.

Усугублению подобной тенденции в определенной мере способствует налоговая система. Поэтому для условий России очень важно предпринимателей, особенно малого и среднего бизнеса, обучить:

- умению управлять рабочей силой, культуре управления, формированию имиджа фирмы;
- умению считать рентабельность вложений в охрану труда работников, которые ими наняты.

Надо понимать, что действия руководителей производств в области охраны труда не приносят прибыли предприятию. Улучшение условий охраны труда имеет за собой еще такие качества как моральная и социальная.

Со стороны предпринимателей надо понимать, что создание благоприятных условий охраны труда на его производстве, увеличивает прибыль, а также стимулирует рост производительности предприятия (увеличение объемов производства, снижение травматизма в процессе работы).

К сожалению, методических разработок, облегчающих работодателю целенаправленно решать отмеченные выше проблемы, пока нет.

В последние годы стало больше уделяться внимания совершенствованию учета потерь, однако имеющиеся в статистических отчетах данные не учитывают все виды потерь, особенно косвенных.

Для наглядной демонстрации работы, описанной выше методики оценки экономических потерь от производственного травматизма и профессиональной заболеваемости было выбрано предприятие АО «Иркутскнефтепродукт», на котором были внедрены определенные мероприятия по охране труда и улучшению условий труда.

К неблагоприятным факторам нефтегазовой промышленности относится загрязнение окружающей среды различными химическими веществами. Организация работы, связанная с переработкой нефтепродуктов, относится к одной из самых вредных и опасных. Работникам данных предприятий в области переработки нефтепродуктов также «нелегко» постоянно загрязнённый воздух, неблагоприятные климатические условия трудоемкость рабочего процесса – это одни из основных отрицательных факторов производства [2].

Шумное производство, вибрация, низкие климатические показатели окружающей среды, химические вещества, психологические нагрузки – это всего лишь малая часть с чем, приходится сталкиваться работникам данной отрасли производства.

Все опасные и вредные производственные факторы по виду воздействия на рабочих можно разделить на три группы: воздействие химических веществ, физическое и биологическое воздействие, что наглядно представлено в таблице.

Таблица. Воздействие факторов различной природы на организм человека

Виды воздействия	Факторы воздействия на организм человека
Воздействие химических веществ	-Токсичные вещества, вызывающие дерматологические эффекты токсические вещества системного действия; - Разъедающие вещества; - Вещества, вызывающие аллергию
Физическое воздействие	- Климатические условия; - Вибрации; - Излучения; - Травматизм
Биологическое воздействие	Микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, присутствующие в окружающей среде и оказывающие неблагоприятное воздействие

Одним из наиболее неблагоприятных производственных факторов в области охраны труда, воздействующим на работников предприятия нефтяной отрасли, является токсичность продуктов переработки нефти; стоит отметить, что степень загазованности или токсичности окружающей среды изменяется в соответствии с природой месторождения продуктов нефти, из которой в бедующем будут получены продукты нефтепереработки. Самыми токсичными являются продукты сернистой и многосернистой нефти [6].

Основными путями, по которым вредные для организма вещества проникают в организм человека являются дыхательная система, слизистые оболочки и кожный покров.

Комиссией врачей и специалистов различных областей были проведены исследования состояния здоровья работников предприятия АО «Иркутскнефтепродукт», результаты проведенных исследований приведены на рис. 2.



Рис. 2. Типичные болезни работников нефтегазовой отрасли

По результатам проведенных исследований, выявлена следующая закономерность, что болезни нервной системы человека увеличиваются прямо пропорционально стажу работы работников предприятия.

Сердечно-сосудистые отклонения у работников нефтяной промышленности выявляются как правило при проведении клинических исследований. Проведенный опрос работников подтверждает сказанные ранее факторы, которые приводят к негативным последствиям.

Однако стоит отметить, что в целом в нефтяной промышленности гигиенические нормы загрязненности наружного воздуха не превышают установленных норм, но самый распространенный «загрязнитель» углеводороды с различным химическим составом обнаруживается в более 70% случаев, чуть меньше порядка 40-60% встречаются оксиды углерода [3,4].

Каждое вредное вещество в целом на предприятии может находиться в пределах допустимых концентраций, но в случае комбинированного действия они могут наносить ущерб жизни и здоровью работников предприятий.

В целях анализа состояния загрязненности окружающего воздуха, было проведено измерения, и показаны следующие результаты, что имеется большое количество коксовой и металлической пыли. Их концентрация не превышала допустимых значений в ряде помещений, но в зоне работы установки прокаливания нефтяного кокса были показаны высокие результаты.

Большое количество металлической пыли выявлено в зоне работы мастера по ремонту оборудования. В целом можно сказать, что уровень загрязненности металлической пылью не превышает допустимых концентраций.

Вместе с тем в технологическом процессе нефтяных предприятий имеется оборудование которые имеют такие негативные факторы как шум, вибрации, пыль и тд, а в сочетании с нахождением

в технологической зоне химических веществ могут оказывать еще большее влияние на организм работников предприятия. К первичным мерам руководящего состава предприятия относится внедрение или замена в технологический процесс такого оборудования, которое бы обладало меньшим или совсем исключало данные факторы, но по техническим характеристикам не уступало современному оборудованию, применяющемуся нв производстве.

Проблема освещенности производственных помещений на предприятиях нефтяной промышленности также является актуальной. Освещение осуществляется путем устройства общего освещения различных зон. Проводимые исследования показывают, что в целом на предприятии уровень освещенности соответствует требованиям норм, но также имеются и отступления от предельных значений, например, рабочее место слесаря, операторная, топливо-насосная камера.

К еще одним негативным факторам производства можно отнести недостатки, связанные с архитектурно-строительными решениями предприятия, например, обширное застекление стен операторских, к положительным качествам которого можно отнести хорошую освещенность помещения в светлое время суток, а к негативным проникновение шума в помещение и создание низкой температуры в зимнее или высокой в летнее время года.

Также к созданию неблагоприятного микроклимата в производственной зоне присоединяется наличие ворот с отсутствием тепловых завес, отсутствие тамбуров без подпора наружного воздуха.

Стоит отметить, что сочетание нескольких технологических процессов в одном помещении привело к сокращению численности работников предприятия и, следовательно, к сокращению штатов обслуживающего персонала.

В таких условиях труда, состояние здоровья сотрудников предприятия занимает далеко не маловажную роль, а с связи с автоматизацией технологического процесса имеет высокую экономическую значимость как для предприятия, так и для каждого отдельного работника в целом [5].

Проанализировав существующую структуру системы управления охраной труда в АО «Иркутскнефтепродукт», можно отметить, что в АО «Иркутскнефтепродукт» система соблюдения требований охраны труда на предприятии организована на низком уровне.

Выявлено, что на предприятии АО «Иркутскнефтепродукт» обязанности специалиста по охране труда выполняются сотрудником без специального образования и возложены на него при совместном выполнении других обязанностей по руководству предприятием, такой подход может и имеет высокие экономические и финансовые преимущества, но никак положительно не отражается на соблюдении и совершенствовании системы охраны труда на предприятии.

На рис. 3 представлена схема предлагаемой организационной СУОТ в составе технологического процесса предприятия АО «Иркутскнефтепродукт».



Рис. 3. Рекомендуемая организационная СУОТ на территории АО «Иркутскнефтепродукт»

В целях достижения высоких показателей, необходимо провести следующие виды анализа, состоящий из:

- оценки производственного и индивидуального риска на предприятии, которая включает в себя выявление опасности, характеристику риска и оценку риска;
- управления риском - принятие решений и действий, направленные на обеспечение безопасности и здоровья работников;
- информации о риске, которую доводят до работодателей, работников и других заинтересованных сторон с соблюдением установленных законодательством Российской Федерации условий и этических норм.

Анализ несчастных случаев в организациях нефтехимической отрасли показал, что 96% несчастных случаев связаны с рискованным поведением людей на работе. Главная концепция системы управления профессиональными рисками в организациях нефтехимической отрасли основывается на принципе: «кто создает риски, у того больше возможностей ими управлять». В образовательном учреждении риски создают:

- работодатель, требующий выполнения трудовых функций, если рабочие места не аттестованы и риски не оценены;
- работники рискованным поведением в процессе выполнения трудовой функции.

В АО «Иркутскнефтепродукт» необходимо проводить оценку профессионального риска, которая состоит из трех этапов. На первом этапе оценки профессиональных рисков работников

АО «Иркутскнефтепродукт» проводится оценка условий труда на рабочем месте для выявления [6]:

- опасных и вредных факторов производственной среды;
- видов работ, при которых работники могут подвергаться выявленным опасным факторам.

В результате оценки получаем интегральный показатель состояния условий труда (степени риска).

На втором этапе проводится оценка состояния здоровья работников (медицинские осмотры).

Элементы оценки состояния здоровья работников:

- состояние здоровья работника;
- медицинские диагнозы;
- данные об утрате трудоспособности.

Результатом оценки является интегральный показатель состояния здоровья работника.

На третьем этапе оценки профессиональных рисков в АО «Иркутскнефтепродукт» проводится расчет показателей профессионального риска на основании интегральных показателей по условиям труда и здоровья работников, а также оценка возможности устранения опасности или ее снижения до минимально допустимого уровня или до уровня, который не приведет к нарушениям здоровья при длительности воздействия в течение всего рабочего стажа.

Таким образом, определяется уровень профессионального риска - допустимый или высокий, далее устанавливаются индивидуальные страховые тарифы:

- при допустимом профессиональном риске - пониженные (по отношению к базовым);
- при высоком профессиональном риске – повышенные.

В заключении отметим, что данное направление деятельности руководителей на объектах нефтяной промышленности направленное на устранение опасностей, обусловленных наращиваниями в области охраны труда, является актуальным, и достигается путем усиления контроля, обеспечение обучения и рациональным подходам.

Список литературы:

2. Приказ от 15 декабря 2020 года № 529 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов».
3. Приказ Министерства труда и социальной защиты от 11.12.2020 №881-н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны».

4. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 27.01.2010 № 28н «О внесении изменений в Межотраслевые правила обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, утвержденные Приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 1 июня 2009 г. № 290н».
5. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 17.12.2010 № 1122н «Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи работникам смывающих и (или) обезвреживающих средств и стандарта безопасности труда «Обеспечение работников смывающими и (или) обезвреживающими средствами».
6. Приказ от 22.03.2010 г. № 175н «Об утверждении условий предоставления сокращенной продолжительности рабочего времени, ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска и повышенной оплаты труда работникам, занятым на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными и иными особыми условиями труда, по результатам аттестации рабочих мест».
7. Руководство Р 2.2.1766-03 от 01.11.2003 г. «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки».
8. СП 155.13130.2014 «Свод правил склады нефти и нефтепродуктов требования пожарной безопасности». (утв. приказом МЧС России от 26.12.2013 № 837).

ОЦЕНКА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Мосиенко Андрей Владимирович

Польщикова Тихон Игоревич

Воронежский государственный технический университет

Аннотация. Цель исследования – представить теоретические аспекты оценки кадрового потенциала организации, а также предложены направления разработки стратегии его совершенствования. На сегодняшний момент в нашей стране наблюдается такая картина: есть инновационные возможности, а именно сильный инновационный кадровый потенциал, но только некоторые предприятия могут эффективно его использовать, то есть на данный момент в большинстве случаев отсутствует реализация этих возможностей на практике. Методы: в целях повышения эффективности функционирования организации существует потребность в применении современных подходов к управлению человеческими ресурсами. Основные результаты: в статье проанализировано и уточнено понятие кадровой политики, синтезированы ее основные сущностные характеристики, синтезировано авторское определение кадровой политики предприятия. Кадровая политика рассмотрена как система ценностных ориентаций, целей и планируемых результатов работы с персоналом, направленных на достижение целей деятельности и реализации стратегии деятельности и стратегии управления предприятием (организацией). Выявлены проблемы кадровой политики организации. Выводы: сделан вывод, что недостаточную эффективность в организациях демонстрируют современные ориентированные на развитие рыночных отношений формы и методы управления. Посредством кадровой политики на предприятии должен сформироваться конкурентоспособный трудовой потенциал, который будет содействовать развитию предприятия и достижению целей, а также повышать эффективность работы организации, используя прогрессивные методы. Обоснование новизны: выявленные уязвимость кадровой политики и проблемы управления при постановке задач в любой сфере деятельности предприятия подчеркивают важность способности системы управления предприятием обнаруживать возникающие противоречия, осмысливать их, находить эффективные механизмы их разрешения. Ядром любой кадровой политики философия системы управления человеческими ресурсами, определяемая ценностями, нормами и отношениями в компании.

Ключевые слова: человеческий капитал, стратегия совершенствования, кадровая политика, цифровые компетенции.

Актуальность и значимость темы заключается в том, что недостаточную эффективность в организациях демонстрируют современные ориентированные на развитие рыночных отношений формы и методы управления. При этом цели и задачи, поставленные в соответствии со стратегическими задачами развития бизнеса, не достигаются. На сегодняшний момент в нашей стране наблюдается такая картина: есть инновационные возможности, а именно сильный инновационный кадровый потенциал, но только некоторые предприятия могут эффективно его использовать, то есть на данный момент в большинстве случаев отсутствует реализация этих возможностей на практике. Первопричиной сложившейся ситуации выступает отсутствие необходимого кадрового состава для реализации необходимых нововведений. Для этого требуется разработка четкой кадровой политики организации. Таким образом, в виду этих причин исследование формирования кадровой политики организации в соответствии со стратегическими задачами развития бизнеса определяют актуальность и практическую значимость данного исследования.

Не вызывает сомнений тот факт, что на данном этапе развития общества базисом и основой функционала любой организации являются кадры. В свою очередь, персонал не только отвечает за производство продукта, но и является основополагающим ресурсом каждой организации. В целях повышения эффективности функционирования организации существует потребность в применении современных подходов к управлению человеческими ресурсами. Именно грамотная кадровая политика позволяет организовать трудовую деятельность таким образом, чтобы были достигнуты поставленные цели.

На сегодняшний день многочисленные дефиниции кадровой политики в своих работах приводят разные исследователи, акцентируя внимание на различные задачи и формы проявления, их необходимо изучить и проанализировать для понимания сущности кадровой политики. Анализируя все определения, автору представилось возможным прийти к аналогичной точке зрения с Авериным А.Н. [1], которая заключается в том, что должна быть четкая стратегия, базирующаяся на создании системы управления персоналом с учетом основных положений и принципов кадровой политики предприятия, и поэтому все решения и действия в этой области должны иметь конкретную направленность.

На основании изложенного автором уточнено содержание понятия кадровой политики: «кадровая политика – система ценностных ориентаций, целей и планируемых результатов работы с персоналом, направленных на достижение целей деятельности и реализации стратегии деятельности и стратегии управления предприятием (организацией)».

Учитывая вышесказанное, понятия «кадровая политика» и «стратегия управления персоналом» строго разделяются [2]. Исходя из особенностей системы управления персоналом, под влиянием факторов внешней и внутренней среды формируются принципы кадровой политики.

Что касается направлений кадровой политики, то они должны соответствовать функциям системы управления персоналом [3]. Если рассматривать любую компанию в социально-психологическом контексте, то она представляется, как социальная система. В рамках данного подхода человек рассматривается, как личность со своей устоявшейся системой социальных характеристик, причем эти характеристики в своем большинстве не имеют прямой взаимосвязи с выполняемой трудовой активностью.

Эффективность формируемой кадровой политики организации можно оценить количественно (оценка стоимостных, натуральных показателей) и качественно (экспертная оценка). Соответственно, корреляция количественных индикаторов в соответствии с основными направлениями кадровой политики представляется определенным образом.

Таким образом, посредством кадровой политики на предприятии должен сформироваться конкурентоспособный трудовой потенциал, который будет содействовать развитию предприятия и достижению целей, а также повышать эффективность работы организации, используя прогрессивные методы.

Кадровый состав организации прямо влияет на эффективность ее работы, то есть повышение эффективности компании зависит от наличия компетентных и работоспособных работников, которые заинтересованы в исполнении своих обязанностей, предусмотренных должностными инструкциями.

В свою очередь, возникает потребность в эффективном управлении кадрами, которое заключается в создании системы реального учета и анализа кадров для осуществления отслеживания изменений кадрового состава, прогнозирования и оценки потребностей, которая позволит реализовать эффективную кадровую политику.

Стоит отметить, что разработке кадровой политики предшествует анализ факторов внешней и внутренней среды, выбор стратегии развития и стратегии управления персоналом:

- STEP анализ - анализ влияния внешней среды на управление персоналом;
- SWOT матрица – анализ внутренних сильных и слабых сторон организации в области управления персоналом, возможности и угрозы для применения данных анализа при разработке персонал-стратегии;
- оценка экономических показателей.

Количественный и качественный анализ трудовых ресурсов, гибкость кадровой политики, текучесть персонала и мотивированность к высокопроизводительному труду являются основными факторами повышения эффективности кадровой политики [4-5].

Недостатки в кадровой политике приводят к соответствующим негативным последствиям.

На фоне этого чаще всего вырисовываются такие проблемы в системе управления человеческими ресурсами [6-7], как:

- спад эффективности командной работы из-за страха потери рабочего места в условиях развития конкуренции в организации;

- рост стресса в условиях организационной оптимизации;

- снижение мотивации к персональному развитию кадров и др.

Исходя из вышесказанного, обозначенные проблемы можно сгруппировать по направлениям:

- планирование персонала;

- рациональная организация кадров;

- мотивация/управление работниками;

- контроль персонала.

Наличие приведенных проблем ведет к дестабилизации социально- психологического климата, ухудшению показателей трудовой деятельности и дисциплины, то есть развитие человеческих ресурсов является основным направлением при ведении грамотной кадровой политики при наличии различных подходов к ее формированию.

Отдельно отмечено, что существует оптимальное понимание кадровой политики как структурного маневра - в этом случае руководство решает возникающие краткосрочные оперативные рабочие задачи, к примеру, по оплате труда сотрудников.

Стоит отметить, что в повседневной деятельности социальные механизмы взаимодействия работников редко учитываются. Из-за этого создаются различные системные проблемы в неожиданных местах, приводящие к неустойчивости системы предприятия, сложности их прогнозирования и выделения четкой внутренней логики кадровой политики, когда труд конкретного работника был бы социально значимым, и предприятие являлось системой с социальными взаимодействиями работников.

При этом выявленные уязвимость кадровой политики и проблемы управления при постановке задач в любой сфере деятельности предприятия подчеркивают важность способности системы управления предприятием обнаруживать возникающие противоречия, осмысливать их, находить эффективные механизмы их разрешения.

Также важно учитывать, что ядром любой кадровой политики философия системы управления человеческими ресурсами, определяемая ценностями, нормами и отношениями в компании.

Можно утверждать: если кадровая политика в компании ориентирована на:

1. потребление, то эти компании стабильно функционируют без особых перепадов в своем развитии. При этом показательным является то, что присутствует текучесть кадров, инертность и устаревание персонала, что является неэффективным в момент социально-экономического спада.

2. целевое использование, то в этих компаниях отмечается прогрессивность, при этом трудовые нормы формируются согласно целям компании. На фоне этого существуют такие явления, как headhunting, ограниченность развития и конкурентная напряженность.

3. инвестирование в персонал, то при таком подходе в организации присутствуют высокий уровень мобильности и стрессоустойчивости, лояльности персонала и готовность к переменам «во благо» организации. В условиях социально-экономического кризиса при обоюдном инвестировании друг в друга компания будет сохранена и продолжит свое развитие, так как организация является зрелой.

Список литературы:

1. Докукина, И. А., & Полянин, А. В. (2020). Методический подход к оценке кадрового потенциала на основе обоснования стратегических направлений развития. Организатор производства, 28(2).

2. Киселев, С. В., Поникарова, А. С., & Кадеева, Е. Н. (2020). Проблемы управления развитием кадрового потенциала в условиях инновационных промышленных рисков. Экономика и предпринимательство, (1), 1066-1069.
3. Савельев, А. М., & Кузнецова, Н. В. (2020). Кадровый потенциал организации: методы оценки и развития. In Современный менеджмент: теория и практика (pp. 34-40).
4. Сибилева, Е. В., & Сергучев, П. А. (2020). Проблема формирования эффективной кадровой политики в современных организациях. Modern Economy Success, (2), 188-191.
5. Скворцова, В. А., Соколова, О. Ю., & Фаттоев, Н. С. (2020). Кадровая политика современных организаций. Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета, (3 (82)).
6. Хаджиева, Д. Х. (2021). Кадровая политика предприятия в современных условиях. Экономика и бизнес: теория и практика, (1-2).
7. Шарков, Ф. И., & Луговских, Т. Н. (2020). Становление принципа профессионального развития в государственной кадровой политике Российской Федерации: развитие коммуникативных навыков. Коммуникология, 8(1).

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Дударев Дмитрий Николаевич
канд. экон. наук

Дударева Ольга Владимировна
канд. экон. наук

Воронежский государственный технический университет

Аннотация. Цель – исследование теоретико-эмпирические вопросов, связанных с текущим и будущим состоянием промышленных экосистем в условиях цифровой трансформации. Методы: само явление цифровых трансформационных процессов в промышленности рассматривается не только в аспектах внедрения сквозных технологий в деятельность всех акторов промышленной экосистемы, но и с точки зрения глубинных изменений на методологическом уровне в бизнес-модели, операции, технологии, инновационную среду, климат и культуру, принципы и подходы к проектированию и выведению новых продуктов и услуг в промышленности. Основные результаты: предложен алгоритм реализации программы цифровой трансформации промышленной экосистемы горнодобывающих предприятий, который включает в себя четыре этапа: позиционирование; планирование (формирование идей); апробирование (внедрение пилотных проектов по цифровой трансформации); масштабирование. Выводы: в качестве флага отрасли исследован опыт цифровой трансформации холдинга ЕВРАЗ, которым в 2018 году было реализовано 24 проекта в области цифровизации производства, еще 16 находятся в стадии выполнения. Установлено, что в ЕВРАЗ назначен руководитель проектов цифровой трансформации (CDTO), в обязанности которого входит руководство проектами в области data science с основным контекстом в производственных экспертных/кибернетических системах; участие в создании моделей машинного обучения и других алгоритмов анализа данных и т.п. Сделан вывод, что цифровая трансформация производственных процессов и бизнес-моделей промышленных экосистем вместе с выбором соответствующих цифровых технологий, сможет обеспечить долгосрочные решения текущих экономических проблем. Обоснование новизны: реализация программы цифровой трансформации на основе предложенного алгоритма позволит повысить эффективность, управляемость и конкурентоспособность горнодобывающих компаний, сделает их более гибкими и устойчивыми к рыночным изменениям.

Ключевые слова: экосистема, цифровая трансформация, промышленная экосистема, концептуальные основы, цифровизация, методология.

Промышленная отрасль в настоящее время находится на пороге глубинных структурных изменений, вызванных цифровой трансформацией всех моделей и способов производства.

Несмотря на стабильный рост выручки и прибыльности сорока крупнейших горнодобывающих компаний за период 2016-2019 гг., в долгосрочной перспективе за 15-летний период исследуемая отрасль показывает незначительный рост рыночной капитализации, отставая не только от сектора новых технологий, но и от сопоставимой нефтегазовой отрасли.

Цифровая трансформация промышленной экосистемы горнодобывающих предприятий возможна только при новом подходе к ролям в командах и появлении команд цифровой трансформации [1, 2].

Аналитики Pricewaterhouse Coopers International Limited (PwC) [3] признают, что уровень технологической зрелости горнодобывающих предприятий по сравнению с металлургическими все еще относительно невысок. «Горнодобывающим компаниям следует перенимать передовой опыт в сфере цифровых технологий и в целом «Индустрии 4.0» за пределами отрасли» [4] в то время,

как для предприятий металлургической промышленности цифровизация уже перестала быть «приятным, но необязательным дополнением или вспомогательным средством» [5].

Инвестиции в цифровые решения не должны заканчиваться у входа в шахты; они могут способствовать росту производительности и увеличению доходности во всех звеньях цепи создания стоимости.

Алгоритм реализации программы цифровой трансформации промышленной экосистемы горнодобывающих предприятий включает в себя четыре этапа [6, 7]:

Этап 1. Позиционирование:

Шаг 1. Согласование бизнес-процессов в организации, определение зон ответственности, модели управления и областей, требующих особого внимания.

Этап 2. Планирование (формирование идей):

Шаг 2. Определение дорожной карты, основанной на требованиях бизнеса и текущем уровне технологий.

Шаг 3. Подготовка программы изменений и бизнес-кейса, которые будут включать в себя приоритетные инициативы с учетом направления развития, определенного в дорожной карте.

Шаг 4. Повышение квалификации сотрудников, чтобы начать цифровую трансформацию.

Этап 3. Апробирование (внедрение пилотных проектов по цифровой трансформации):

Шаг 5. Начало реализации одной или двух цифровых инициатив, чтобы начать получать выгоды от цифровой трансформации.

Этап 4. Масштабирование:

Шаг 6. Повсеместное применение цифровых технологий и масштабирование цифровых инициатив горного предприятия.

В настоящее время задействованы современные платформенные решения по переходу ERP – системы на платформе SAP NANA в облако. Показатель частоты травматизма LTIFR снизился на 18 %: с 1,50 до 1,23 за период 2013-2015, в 2016 году составил 1% и 2017 году не изменился. Переход ERP – системы на платформе SAP NANA в облако позволит расширить периметр использования функционала системы. Удельный смертельный травматизм за 9 месяцев 2018 года - 0,04 чел./млн. тонн, на ПГР-0,1 чел./млн. тонн, на ОГР-0,01 чел./млн. тонн [8].

Программы цифровой трансформации уже реализуются на горнодобывающих предприятиях. Флагманом является холдинг ЕВРАЗ, которым в 2018 году было реализовано 24 проекта в области цифровизации производства, еще 16 находятся в стадии выполнения [9, 10]. В ЕВРАЗ назначен руководитель проектов цифровой трансформации (CDTO), в обязанности которого входит руководство проектами в области data science с основным контекстом в производственных экспертных/кибернетических системах; участие в создании моделей машинного обучения и других алгоритмов анализа данных и т.п.

Программа Индустрия 4.0, запущенная на предприятиях горно-обогатительного сегмента компании «Металлоинвест», позволила создать цифровую платформу, заменяющую более 100 производственных и управленческих систем и объединяющую 4000 пользователей. Функции Центра компетенций в компании «Металлоинвест» выполняет созданный в 2018 г. Центр инноваций «Металлоинвест» призван сформировать новую культуру изменений, что подчеркивает ту важность, которую топ-менеджмент компании придает именно цифровой трансформации, обеспечивающей синергию кадровых ресурсов и материальной базы с технологиями машинного обучения и интернета вещей. В соответствии с волновой концепцией, «Металлоинвест» реализует вторую волну и только приступает к этапу прорывных изменений [11, 12].

Реализация программы цифровой трансформации на основе предложенного алгоритма позволит повысить эффективность, управляемость и конкурентоспособность горнодобывающих компаний, сделает их более гибкими и устойчивыми к рыночным изменениям [13, 14].

Список литературы:

1. Бабкин, А. В., Буркальцева, Д. Д., Костень, Д. Г., & Воробьев, Ю. Н. (2017). Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки, 10(3).
2. Бабкин, А. В., Лебедев, Д. А., & Здольникова, С. В. (2020). Анализ современного состояния цифровой трансформации предприятий ОПК России. In Кластеризация цифровой экономики: Глобальные вызовы (pp. 505-514).
3. Годовой отчет холдинга ЕВРАЗ (2018).
4. Горнодобывающая промышленность. Ресурсы для будущего (2018). PwC. 28 с.
5. Государство как платформа: люди и технологии (2019). РАНХиГС. 112 с.
6. Интеллектуальный карьер. ВИСТ Групп (2020).
7. Accenture. Будущее горнодобывающей отрасли – за цифровыми технологиями. (2016).
8. Ebert, C., & Duarte, C. H. C. (2016). Requirements engineering for the digital transformation: Industry panel. In 2016 IEEE 24th International Requirements Engineering Conference (RE) (pp. 4-5). IEEE.
9. Schweer, D., & Sahl, J. C. (2017). The digital transformation of industry—the benefit for Germany. In The drivers of digital transformation (pp. 23-31). Springer, Cham.
10. The digital transformation of industry (2015). Roland Berger. BDI.
11. Tolstykh, T., Savon, D., Safronov, A., Shkarupeta, E., & Ivanochkina, T. (2018). Economic transformations based on competence approach in the digital age. In Proceedings of the 32nd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2018-Vision 2020: Sustainable Economic Development and Application of Innovation Management from Regional expansion to Global Growth (pp. 7723-7729).
12. Tolstykh, T., Savon, D., Shkarupeta, E., Safronov, A., & Savelyeva, O. (2019). Digital transformation of managerial, technological and logistical processes based on formation of ecosystem of digital twins for individual systems. In Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020 (pp. 7751-7758).
13. Tolstykh, T., Savon, D., Shkarupeta, E., Safronov, A., & Savelyeva, O. (2019). The digital transformation laboratory as an integral part of the national university of science and technology" misis" development strategy. In Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020 (pp. 8443-8452).
14. Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2017). Industry 4.0: managing the digital transformation. Springer.

АКТУАЛЬНОСТЬ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПУНКТОМ СВЯЗИ ЧАСТИ ФПС ГПС МЧС РОССИИ

Смирнова Валентина Алексеевна

Мартинovich Николай Викторович

Батуро Алексей Николаевич

канд. техн. наук, доцент

Татаркин Иван Николаевич

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Авторами в статье рассматривается вопрос реализации в пожарно-спасательных подразделениях стратегии национальной безопасности определенной Указом Президента Владимиром Путиным. Этот вопрос неразрывно связан с вопросом о возможности и необходимости трансформации подразделений пожарной охраны в рамках реализации инновационного подхода Индустрия 4.0. Определены перспективные пути применения, особенности реализации данного подхода в пожарно-спасательных подразделениях. Сделан вывод о необходимости поиска и внедрения новых инструментов в работу пожарно-спасательных подразделений, обеспечивающие высокую скорость принятия решений. Рассматриваются пути реализации данного направления стратегии развития информационного общества в Российской Федерации. Цифровизация породит качественную модификацию деятельности подразделений пожарной охраны, необходима для повышения качества и эффективности осуществляемой деятельности.

Ключевые слова: индустрия 4.0, общество 5.0, цифровая трансформация, управление, принятие решений, информация, пожарная охрана, пожарно-спасательные подразделения.

Указом Президента Владимиром Путиным определена стратегия национальной безопасности в критерии перехода глобальной экономической системы на новую технологическую базу [1]. Лидирующими направлениями являются науки и технологии, которые способны обеспечить конкурентоспособность и национальную безопасность. Качество жизни человека напрямую зависит от скорости научно-технического прогресса и касается всех ее сфер.

В настоящее время комплексное развитие цифровых технологий в мире осуществляется в рамках так называемой концепции четвертой научно-технической революции. Данный четвертый исторический эволюционный этап развития по мнению многих экспертов будет характеризоваться применением технологий, основанных на создании киберфизических систем (cyber-physical system - CPS), подразумевающей интеграцию вычислительных ресурсов в физические объекты любого вида [2, 3, 4].

Клаус Шваб назвал происходящие в экономике изменения четвертой промышленной революций индустрией 4.0 [26] и обусловлено выделил отличительную черту трансформации, характеризуемую симбиозом технологий и стиранием восприятия о физических, цифровых и биологических объектах. Эта доктрина развития получила и официально закрепила свое название «Индустрия 4.0» после выступления Клауса Шваба на Глобальном финансовом форуме в Давосе в 2016 году. Комбинирование технологий, стимулирующее организации различных уровней, направленности, сфер реализации пересматривать свои алгоритмы работы является отличительным признаком новой революции, в то время как промышленная революция затрагивала вопрос цифровизации в узком смысле [5]. Изложенные положения согласуются со «Стратегией развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы» [7].

Смысл новой революции кроется в том, что происходит взаимопроникновение материального и виртуального миров, продуктом взаимодействия которых становятся новые киберфизические

комплексы единой системы. Этап должен быть всеобъемлющим для жизненного цикла изделий. Как результат развития и внедрения технологий «Индустрии 4.0» станет переход к «Обществу 5.0», которое является следующей ступенью трансформации информационного общества. Такой тип социальной организации производит оптимизацию ресурсов, в том числе посредством поиска и использования новых ресурсов, минимизацию ограничений, интеграцию физического и киберпространства.

Новый этап в развитии экономики и общества, направлен на устранение дифференциации информационных платформ и промышленных производителей, преобладающее в эпохе промышленной революции 4.0, должен способствовать гармоничному развитию науки и технологий в соответствии с интересами каждого члена социума.

Целью любой промышленной революции является наиболее эффективное использование имеющихся технологий для принятия своевременных и качественных решений. Так в исследовании авторы определяют пути и направления цифровой трансформации пожарно-спасательных подразделений в современном мире. Для этого произведен анализ нормативной базы по направлению инновационного развития отдельных отраслей науки и производства в стране и в мире. Проанализированы нормативные документы, регламентирующие деятельность пожарных подразделений. Изучен мировой опыт использования технологий класса индустрии 4.0 с целью определения возможных способов внедрения технологий в системы управления пожарно-спасательных подразделений. В исследовании первоочередной задачей становится анализ бизнес процессов, протекающих в пожарно-спасательных подразделениях с целью определения направления совершенствования, оптимизации, цифровизации и стандартизации выполняемых задач и операций.

Рассматривая вопрос о внедрении технологий класса Индустрии 4.0 в пожарно-спасательные подразделения важно учитывать особенности организации их деятельности, по результатам анализа протекающих бизнес процессов сформировать контуры ключевых процессов требующих первоочередной оптимизации и внедрения технологий, определить требования к программной и аппаратной составляющей, оценить применимость уже существующих технологий Индустрия 4.0.

В «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» [1], утвержденной руководством страны в июле 2021 года, подчеркиваются неразрывная взаимосвязь и взаимозависимость национальной безопасности и социально-экономического развития страны. Основными факторами, определяющими положение и роль Российской Федерации в мире в долгосрочной перспективе, становятся способность обеспечить технологическое лидерство и эффективность государственного управления [1]. Инновационное, научно-техническое развитие страны является важной составляющей благополучия государства и, как следствие, основным элементом ее национальной безопасности. В Российской программе развития цифровой экономики предусмотрено использование новых технологий в различных сферах деятельности: Государственное управление и регулирование, информационная инфраструктура, кадры и образование, информационная безопасность, умный город и т.д.

Согласно с стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы, утвержденной Указом Президента [7] «цель России в перспективе 15–20 лет – войти в группу лидирующих экономик мира за счет цифровых преобразований традиционных отраслей и развития самостоятельной эффективной цифровой индустрии» [22]. Основной задачей цифровизации различных сфер жизни и перехода на цифровую экономику в стране, является повышение качества жизни, обеспечение конкурентоспособности страны и ее национальной безопасности. Государство, должно быть первоисточником распространения и внедрения цифровых технологий для широкого использования, быть образцом их эффективного применения.

Внедрение и развитие новых технологий позволяет повысить эффективность процессов и улучшить различные аспекты деятельности практически во всех областях. Одним из актуальных направлений развития систем управления является развитие систем, обеспечивающих безопасность. К организациям, реализующим это направление, можно отнести государственные органы исполнительной власти, осуществляющих оперативное реагирования на происшествия и чрезвычайные ситуации. Эти организации характеризуются сложной структурой управления, а также

специфическими особенностями объема и интенсивностью поступления информации для принятия управленческих решений.

На сегодняшний день в России создана и успешно функционирует единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Анализ нормативной базы системы, как важного элемента национальной безопасности, а также анализ статистики пожаров и чрезвычайных ситуаций за последние годы позволяет прийти к выводу о том, что подразделения пожарной охраны являются основными силами, обеспечивающими защиту людей от техногенных чрезвычайных ситуаций (в т.ч. пожаров). Фактически, в подавляющем большинстве случаев пожарная охрана является первым подразделением, прибывающим и участвующим в спасении людей и ликвидации последствий разных инцидентов и происшествий, не ограничиваясь только тушением пожаров. [8].

Первоочередной задачей реализации и применения технологий «Индустрии 4.0» в рамках решения задач пожарно-спасательных подразделений является определение перспективных областей применения. Предварительный анализ протекающих бизнес процессов [9-11] показывает, что обеспечение повседневных функций в подразделениях пожарной охраны концептуально не отличаются от процессов протекающих в например на промышленных предприятиях успешно решаемых системами класса Индустрия 4.0 в области: совершенствования режимов работы оборудования, оптимизация загрузки оборудования, инженерных систем, увеличение эффективности и безопасности труда при осуществлении обслуживания и поддержании в готовности пожарно-технического оборудования, вооружения, логистической оптимизации. В тоже время необходимо констатировать, что процессы, связанные с организацией и обеспечение готовности (гарнизонная и караульная служба) к решению основной задачи и в большей степени непосредственно осуществления оперативной работы (решения основной задачи – тушение пожаров и проведение АСР), требуют адаптации существующих инструментов или разработки новых оригинальных решений класса Индустрия 4.0.

Построение бизнес-логики и глубокий анализ бизнес-процессов, протекающих в системе, является ключевым и основополагающим элементом реализации концепции. Определение условий и ограничений, формирование контуров управления подсистем в общей структуре позволяют объективно выявить ключевые процессы требующие первоочередной оптимизации и внедрения технологий, определить требования к программной и аппаратной составляющей, оценить применимость уже существующих технологий Индустрия 4.0, в рамках реализации стратегии инновационного развития.

Нахождение в состоянии постоянной готовности дежурных караулов (дежурных смен) подразделений, обеспечения тушения пожаров и проведения АСР, относятся к задачам караульной службы и реализуются в большей степени силами органов управления непосредственно в подразделении. Задачами караульной службы являются, в основном задачи непосредственной готовности сил и средств подразделения и не затрагивают задачи общего функционирования организации, поддержания в приемлемые эксплуатационные состояния основных фондов, вопросы учета и контроля материального обеспечения, вопросы управленческого анализа и планирования деятельности, кадровые аспекты. (рис. 1).



Рис. 1. Схема выполняемых задач пожарно-спасательным подразделением

В работе [12-15] выделен ряд промышленных технологий применение которых обеспечивает построение киберфизических систем (CPS) класса Индустрия 4.0, среди них возможно выделить следующие основные (рис. 2):

- Искусственный интеллект (Artificial Intelligence - AI)
- Аддитивные технологии (Additive Manufacturing - AM)
- Дополненная (AR) и виртуальная реальность (VR)
- Моделирование процессов (Digital Twin - DW)
- Интернет вещей (Internet of Things - IoT)
- Промышленный интернет (Industrial Internet of Things - IIoT)
- Облачные технологии (Cloud technologies)
- Информационная безопасность
- Большие данные и аналитика (Big data)

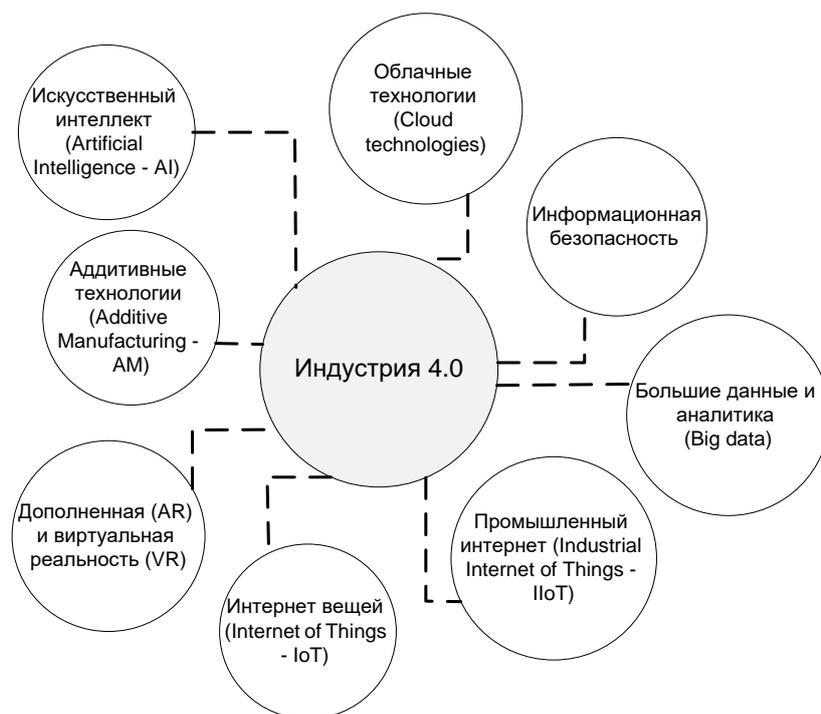


Рис. 2. Основные технологии Индустрии 4.0

Фундаментом реализации данных технология является стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. No 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы". Фирсов Д.В. отмечает, что «Данная стратегия задает общие определяет цели, задачи и меры по реализации внутренней и внешней политики Российской Федерации в сфере применения информационных и коммуникационных технологий, направленные на развитие информационного общества, формирование национальной цифровой экономики, обеспечение национальных интересов и реализацию стратегических национальных приоритетов» [23].

В [17] проведен анализ подготовки и особенностей осуществления деятельности диспетчеров Центра управления в кризисных ситуациях (ЦУКС). Автор выделяет 7 групп задач, решаемых оператором рис. 3.

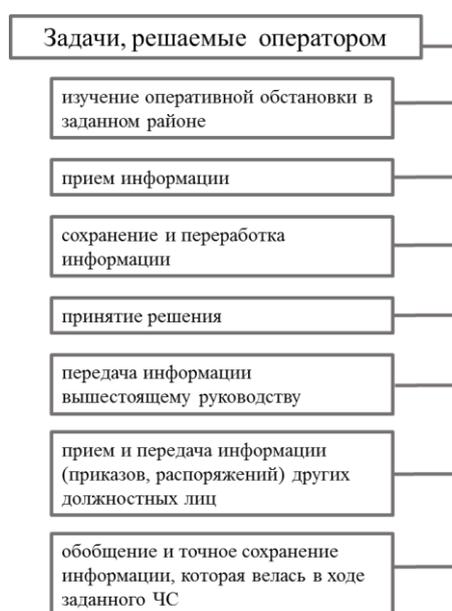


Рис. 3. Задачи, решаемые Оператором ЦУКС

При сопоставлении задач, указанных на схеме с должностными обязанностями диспетчера ПСЧ [16] прослеживается, что решаемые ими задачи по своему характеру однородны. Соответственно потребности в актуализации их деятельности у данной категории сотрудников одинаковые.

Ежегодно в мире происходит увеличение объема информации, что уже становится нормой современного общества. Соответственно вопросы управления и менеджмента все больше переплетаются с вопросами кибернетики и цифровизации. В своей работе диспетчер исходя из приведенных выше задач сталкивается с информацией. Ему необходимо ее обрабатывать, сохранять, анализировать, передавать. Таким образом цифровая трансформация необходима для обеспечения деятельности пожарных подразделений необходима повышения эффективности различных процессов, протекающих в ПСЧ, повысит эффективность решаемых задач и как следствие повысит эффективность решения основной задачи – спасения людей, повышение безопасности и защищенности населения, снижения прямого и косвенного ущерба от чрезвычайных ситуаций.

Вопросы необходимости автоматизации подготовки документов для диспетчеров ЦУКС рассматриваются также в [18], также А.Л. Попов в [19] приводит результаты опытного внедрения Система управления базами данных (СУБД) автоматизированных рабочих мест (АРМ) оперативной дежурной смены (ОДС) - СУБД «АРМы ОДС». Данные системы разработаны с целью оптимизации документооборота подразделений, осуществляющих действия по ликвидации происшествий чрезвычайного характера и пожаров, с возможностью статистической обработки, оценка вероятности события, факторов и необходимых превентивных мероприятий по определенным параметрам. [20].

Принимая во внимание положительный опыт автоматизации рабочих мест сотрудников ЦУКС описанный в работе А.Л. Попова, С.В. Ражникова [20], внедрения программ поддержки деятельности оператора следует провести анализ деятельности диспетчера ПСЧ на предмет соответствия его рабочего места, программных продуктов и алгоритмов деятельности киберфизическим системам (CPS) класса Индустрия 4.0. Важно помнить о реализации комплексного подхода при цифровой трансформации.

Заключение

Необходимо констатировать, что в настоящий момент во многих подразделениях пожарной охраны слабо освоены даже технологии предыдущих поколений, такие как системы управления производством, электронного документооборота, автоматизации управленческого и бухгалтерского учета, планирования и управления материально-техническими запасами, а значит есть существенный потенциал повышения эффективности. Как показывает опыт других стран и опыт внедрения на предприятиях в России, использования технологии предыдущих поколений можно осваивать одновременно с внедрением технологий «Индустрии 4.0». По нашему мнению, при принятии решений о проведении модернизации системы необходимо изменить подход, в рамках которого внедрение современных технологий класса «Индустрии 4.0» откладывается из-за низкого уровня автоматизации. Разумеется, это не касается тех случаев, когда внедрение технологий предыдущего поколения является необходимым условием для работы «Индустрии 4.0».

Важно помнить о реализации комплексного подхода при цифровой трансформации, что данное исследование является частью комплексной работы по цифровизации и цифровой трансформации общества.

Список литературы:

1. Указ Президента РФ от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/3b2c6f0709cf5640388f606e66a03e-d2cff6188b/ (дата обращения: 01.10.2021).
2. R. G. Sanfelice. Analysis and Design of Cyber-Physical Systems. A Hybrid Control Systems Approach // Cyber-Physical Systems: From Theory to Practice/ D. Rawat, J. Rodrigues, I. Stojmenovic. — CRC Press, 2016. ISBN 978-1-4822-6333-6;
3. Edward A. Lee, Cyber-Physical Systems — Are Computing Foundations Adequate. Режим доступа:

- https://ptolemy.berkeley.edu/publications/papers/06/CPSPositionPaper/Lee_CPS_PositionPaper.pdf (дата обращения: 01.10.2021);
4. Schuh G., Anderl R., Gausemeier J., Ten Hompel M., Wahlster W. *Industrie 4.0 Maturity index. Managing the digital transformation of companies (acatech STUDY)*, Munich: Herbert Utz Verlag. 2017. 60 p.
 5. Клаус Шваб / Всемирный экономический форум// [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/> (дата обращения: 01.10.2021)].
 6. Rzevski G. Self-organization in social systems. *Ontology of Designing*. 2014; 4(14): 8-17.
 7. Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы» [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216363/ (дата обращения: 01.10.2021)
 8. Калач А. В. Графоаналитическое представление информационных потоков при оценке информационной нагрузки организации / А. В. Калач, Н. В. Мартинович, А. Н. Батуро [и др.] // *Вестник Воронежского института ФСИИ России*. – 2021. – № 2. – С. 36-43.
 9. N V Martinovich Functional model of activity of the fire and rescue unit. *Journal of Physics: Conference Series, Volume 1479, Applied Mathematics, Computational Science and Mechanics: Current Problems 11-13 November 2019, Voronezh, Russian Federation* <https://iopscience.iop.org/issue/1742-596/1479/1> Published online: 26 May 2020
 10. N V Martinovich, A A Mel'nik, A V Kalach and A Yu Akulov., Мартинович Н.В. Исследование деятельности караула пожарной части методом «process mining» / Мартинович Н.В., Коморовский В.С., Осавелюк П.А //«Технологии техносферной безопасности» №3(55) изд.: Академия Государственной противопожарной службы», г. Москва. 2014.
 11. Мартинович Н.В. Применение методов системного анализа при исследовании деятельности пожарно-спасательных подразделений / Мартинович Н.В., Мельник А.А., Антонов А.В., Татаркин И.Н //Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №6 (2015) Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/86TVN615.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/86TVN615.
 12. McKinsey Global Institute. *A Future That Works: Automation, Employment, and Productivity*, 2017. McKinsey & Company. Режим доступа: <https://www.mckinsey.com> (дата обращения: 01.10.2021).
 13. Schuh G., Anderl R., Gausemeier J., Ten Hompel M., Wahlster W. *Industrie 4.0 Maturity index. Managing the digital transformation of companies (acatech STUDY)*, Munich: Herbert Utz Verlag. 2017. 60 p.
 14. Embracing Industry 4.0 and Rediscovering Growth. Режим доступа: <https://www.bcg.com/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth.aspx> (дата обращения: 01.10.2021).
 15. Industry 4.0: The fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0. Режим доступа: <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0> (дата обращения: 01.10.2021).
 16. Приказ МЧС России от 20.10.2017 N 452 (ред. от 28.02.2020) «Об утверждении Устава подразделений пожарной охраны» [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_294223/ (дата обращения: 01.10.2021).
 17. С. В. Королева, Ю. С. Мигунова, П. В. Данилов. Методические подходы к оценке готовности сотрудника МЧС России к работе в оперативной дежурной смене ЦУКС (медико-психологический аспект) // <http://pab.edufire37.ru> 2019. № 3 (14). с. 43 – 50.
 18. А.Л. Попов. Практика автоматизации процесса подготовки документов оперативной дежурной сменой центра управления в кризисных ситуациях// *Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций*. 2019. №1(10) с. 319-321.
 19. А.Л. Попов. Опыт внедрения и развития системы управления базами данных автоматизированных рабочих мест оперативной дежурной смены центра управления

- в кризисных ситуациях// Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, 2019. №1(10) с. 317-319.
20. А.Л. Попов, С.В. Ражников. Автоматизированное рабочее место оператора комплексной системы экстренного оповещения населения в кризисных ситуациях// Системы контроля окружающей среды 2019. №4(38) с. 145-151.
 21. Г.Б. Евгеньев Индустрия 5.0 как интеграция Интернета знаний и Интернета вещей / Г.Б. Евгеньев // Онтология проектирования. – 2019. – Т.9, №1(31). – С.7-23. – DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-1-7
 22. Г.С. Шуняева. Отечественный и зарубежный опыт становления и развития цифровой экономики// Экономическое развитие России: состояние, тенденции и перспективы. – 2019. с. 175-179
 23. Д.В. Фирсов. Развитие системы информационного обеспечения в государственном управлении. // Инновации и инвестиции 2020. №1 . с. 134-139
 24. А. Л. Попов. Автоматизированное рабочее место администратора оперативной дежурной смены центра управления в кризисных ситуациях. // Вестник воронежского государственного университета. серия: системный анализ и информационные технологии. 2019. №3. С. 80-93
 25. Приказ МЧС РФ от 5 апреля 2011 г. № 167 «Об утверждении Порядка организации службы в подразделениях пожарной охраны» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12086560/> (дата обращения: 01.10.2021)
 26. Тарасов И.В. индустрия 4.0: понятие, концепции, тенденции развития. Стратегии бизнеса. 2018. № 6 (50). С. 57-63

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ НА МОДЕРНИЗАЦИЮ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ильина Екатерина Алексеевна

Воронежский государственный технический университет

Аннотация. Развитие технологий в современном мире происходит стремительными шагами. Цифровые технологии являются сравнительно новым течением развития научно-технологического прогресса. В современных условиях цифровые технологии внедряются во все аспекты жизни человека практически каждой страны мира. Сильное влияние цифровой трансформации коснулось изменений во всех сферах экономики. Целью исследования выступает диагностика предприятий, являющиеся ведущим звеном экономики любого государства. На сегодняшний момент Российская Федерация находится в темпе цифрового развития и относится к категории «перспективные», то есть цифровая инфраструктура, в которых пока ограничена. В данных условиях ключевым моментом становится обеспечение устойчивости функционирования и долгосрочного развития предприятий. Для удержания лидирующих позиций и конкурентоспособности, предприятиям необходимо внедрять в работу свои знания в области цифровых и информационных технологий, а также новых инструментов развития. В статье рассмотрены цели цифровой трансформации и ключевые проблемы внедрения цифровых технологий в работу предприятий. Цифровые технологии оказывают сильное влияние на развитие отечественных предприятий реального сектора экономики, в условиях происходящей глобальной цифровизации экономики. Для удержания лидирующей позиции, любому предприятию необходимо определить вектор развития и выработать эффективную, результативную политику с использованием собственных ресурсов. В работе были применены методы сравнительного анализа, исследование нормативно-правой базы и отчетность предприятий. Результат исследования отражает процент внедрения цифровой трансформации в различных отраслях экономики, а так же ежегодный рост и увеличение количества реализованных пилотных проектов в системообразующих предприятиях Российской Федерации. Таким образом, цифровая трансформация больше направлена на переход к новой модели ведения бизнес и технологий производственных процессов, а также организационных изменений предприятия.

Ключевые слова: цифровая экономика, цифровая трансформация, цифровые технологии, инновации, конкурентоспособность, предприятие.

Актуальность исследования обусловлена тем, что в современных условиях цифровые технологии внедряются во все аспекты жизни современного человека. Процесс цифровизации влечет за собой изменения во всех сферах и законодательстве, оказывая сильное влияние на отрасли экономики[4]. Цифровая трансформация затронула практически все страны мира. Цифровые технологии вносят организационные изменения и преобразуют государственные услуги, повышая эффективность и качество госсектора.

Цифровая трансформация – это масштабный проект, который требует изменения многих привычных процедур, внедрения новых методов и технологий работы, организационных изменений. Цель цифровой трансформации – создать обновленную бизнес-модель организации, способную эффективно работать и устойчиво развиваться в условиях современной цифровой экономики.

Целью выполнения исследования является модернизация промышленности для разработки мероприятий, стратегического и тактического планирования в условиях цифровизации. В работе были применены методы сравнительного анализа, логические приемы классификации, сопоставления и исключения, а также исследование нормативно-правой базы.

Рейтинг цифровой трансформации наглядно отражает уровень цифрового развития и положение стран по четырем зонам: «лидеры», «перспективные», «проблемные» и «замедляющиеся». Рейтинг

отражает текущее состояние цифровизации в стране и скорость внедрения цифровых процессов с 2008 по 2019 года. Степень внедрения цифровой трансформации стран приведен на рис. 1.

К «лидерам» отнесем три страны: Гонконг, Южная Корея, Сингапур. В данную зону относятся страны с высоким уровнем цифровизации и мощным заделом в этой сфере. ОАЭ, Эстония, США и Тайвань – страны с быстрой адаптацией к инновациям[1].

В зону «перспективные» входят страны, цифровая инфраструктура в которых пока ограничена. Китай основной лидер по темпу цифровой эволюции. Индонезия и Индия — это огромные страны, занимающие третье и четвертое места в мире по темпам роста. Вьетнам, Кения, Бангладеш, Аргентина – имеют ускоренное цифровое развитие, что указывает на потенциал расцвета диджитализации и восстановление экономики после пандемии COVID-19.

К зоне «замедляющиеся» относятся страны со зрелыми цифровыми системами, но невысоким темпом дальнейшего развития. Большинство стран входят в Евросоюз. Многие страны этой зоны намеренно приняли решение пожертвовать темпом роста ради ответственного и инклюзивного развития. Странам в данной зоне необходимо определить новые технологические ниши и внедрение инноваций во всех сферах.

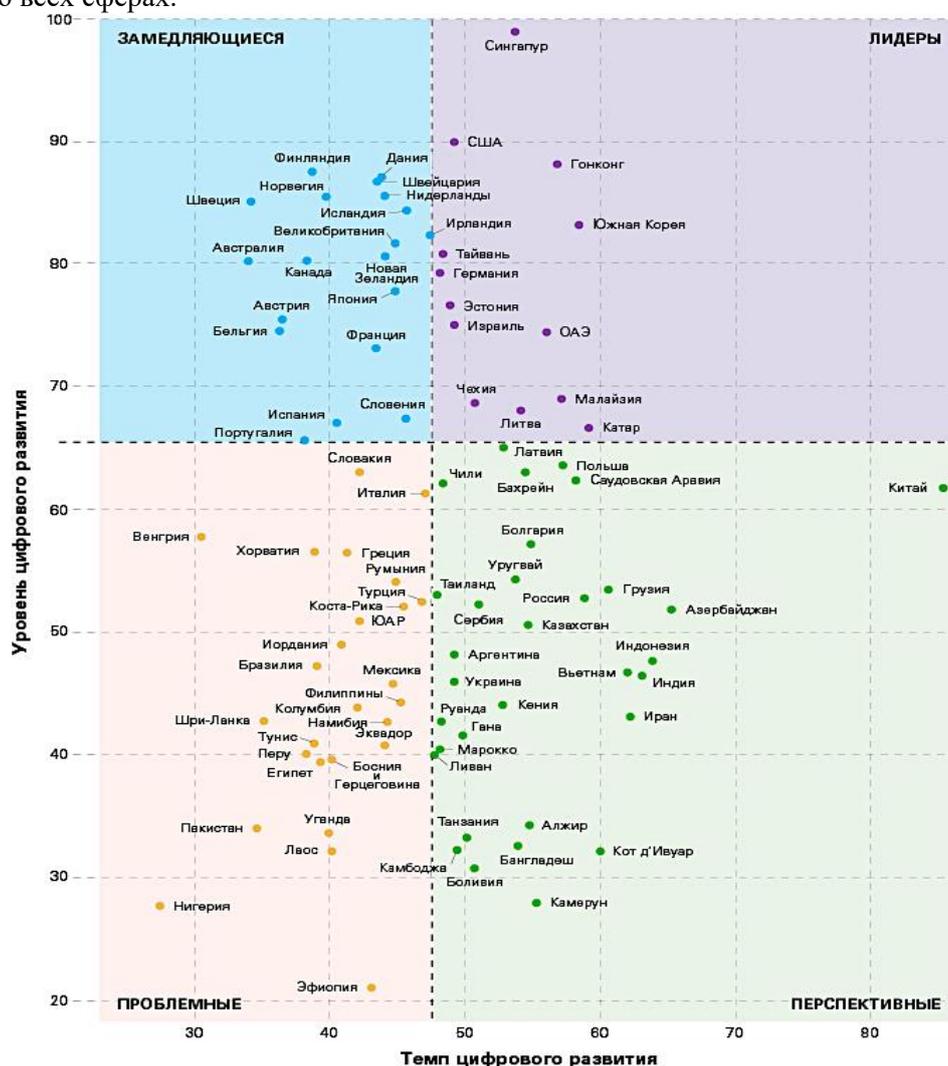


Рис.1. Степень внедрения цифровой трансформации стран

«Проблемные» зона куда входят страны с низким темпом роста и проблемами в существующей цифровой экосистеме: страны Африки, Южной Европы, Азии, Латинской Америки. Приведенным странам стоит ориентироваться на страны «лидеров» в использовании цифрового роста как инструмента экономической устойчивости[2].

Российская Федерация в темпе цифрового развития находится в зоне «перспективные» т.е. цифровая инфраструктура в которых пока ограничена. В данных условиях ключевым моментом

становится обеспечение устойчивости функционирования и развития предприятий. Ведущим звеном экономики, ее основой являются предприятия. Крупные предприятия являются сложной функционирующей системой, в состав которой входят подсистемы (компоненты) и элементы. Любое предприятие, стремящееся удержать лидирующие позиции, должно вырабатывать результативную конкурентную политику с использованием собственных ресурсов. При удержании лидирующих позиций в современных условиях цифровизации предприятиям необходимо расширять свои знания в области цифровых информационных технологий.

В Российской Федерации среди лидеров цифровой трансформации по-прежнему остаются предприятия ИТ-сектора. Большой процент внедрения цифровой трансформации зафиксирован в отраслях: нефтегазовой отрасли, ЖКХ, банки и финансовые организации, страхование (рис. 2). В 2020 году по всем отраслям уровень цифровизации составил 54%. Количество реализованных пилотных проектов к 2020 году увеличился на 57% и составил – 85%. Процент внедрения в государственные компании цифровую стратегию – 48%. Внедрение цифровизации в работу предприятий предполагает распространение цифровых технологий новых инструментов развития. Цифровая трансформация больше направлена на переход к новой модели ведения бизнеса и технологий производственных процессов, а также организационных изменений предприятия[3].



Рис. 2. Цифровая трансформация по отраслям

Цифровая трансформация предполагает не только появление новых видов бизнеса, но и радикальное изменение традиционных сфер. Цели цифровой трансформации предприятий варьируются от внедрения отдельных цифровых решений до полной трансформации. Рассмотрим цели цифровой трансформации предприятий (рис. 3).

Цифровое предприятие основано на применении программного обеспечения во всем цикле производственного процесса, т.е. сфера производства основана на новом технологическом уровне с применением компьютерных технологий [5].

Ключевые характеристики цифрового предприятия выражаются в следующем:

- все процессы (деятельность) предприятия осуществляется в цифровом виде;
- реальные бизнес-объекты представлены цифровыми двойниками (цифровыми моделями реальных объектов);
- принятие решений происходит автоматически без участия человека [6].

Цели цифровой трансформации	Краткое описание
Повышение операционной эффективности	Снижение себестоимости, повышение надежности и решение других операционных задач за счет внедрения цифровых решений.
Повышение качества бизнес решений и прозрачности бизнеса	Сбор новых данных и перевод существующих данных в цифровой формат и внедрение инструментов аналитики данных для целей: – Контроль за деятельности компании; – Повышение качества принимаемых бизнес решений и исключение человеческих ошибок.
Реализация инновационных проектов на основе цифровых технологий	Разработка и внедрение инновационных решений на основе цифровых технологий и данных компании. Реализация решений внешним потребителям.
Повышение конкурентоспособности продуктов и услуг компании	Вывод новых продуктов (услуг) с использованием цифровых технологий. Переход на новые бизнес модели с использованием цифровых технологий для сохранения конкурентных позиций компании и/или для повышения уровня сервиса (качества продукта) для потребителей.
Повышение уровня "жизнеспособности" предприятия	Цифровая, культурная, организационная и часто операционная трансформации для качественного изменения компании («цифровая компания»): – Скорость и гибкость бизнес процессов и использования ресурсов; – Быстрая реакция на изменение внешних условий; – Клиентоориентированность.

Рис. 3. Ключевые цели цифровая трансформация предприятий

Цифровые решения активно внедряются в крупные российские предприятия: ПАО «Сбербанк России»; ПАО «Сибур»; ПАО «Россети»; ГК «Росатом»; ГК «Ростех». Предприятия, внедряющие успешные пилотные проекты: ПАО «Северсталь»; ПАО «Татнефть»; АО «Хиагда»; РУСАЛ. Нарращивают цифровой потенциал предприятия – производители оборудования, машин, транспортных систем ПАО «КАМАЗ»; ПАО «ОАК»; АО «РЖД»; АО «ОСК»; ООО «ПК НЭВЗ». Цифровизация коснулась и предприятий легкой, текстильной и швейной промышленности, а также продовольственных компаний.

Проблемы инвестирования в цифровизации промышленности в значительной мере связаны с высоким износом основных фондов многих российских предприятий, что снижает скорость развития и внедрения не только самих передовых технологий, но и высокоэффективного производственного процесса. В связи с этим, для повышения эффективности внедрения инноваций в сфере технологий, приоритетным является обновление и модернизация оборудования предприятия.

Анализ мирового опыта показывает, что цифровая трансформация – действенный способ оставаться конкурентоспособными на внутреннем и глобальном рынках. Цифровые технологии, внедренные в производственный процесс направлены на повышение контроля, оптимизации и автоматизации процессов производства [7]. Цифровая трансформация требует внедрения новых форм взаимодействия, навыков, многопланового использования больших массивов данных. Модернизация российских промышленных предприятий приведет к более высоким показателям эффективности,

при произведенной переоценке принципов управления в условиях цифровой экономике, когда инвестиции в инновации становятся более значимыми, чем в традиционное промышленное производство.

Список литературы:

1. Kane G. (2019). The technology fallacy: people are the real key to digital transformation. *Research-Technology Management*. №. 6, 44-49.
2. Zaki M. (2019). Digital transformation: harnessing digital technologies for the next generation of services. *Journal of Services Marketing*.
3. Сироткина Н. (2019). Цифровая экономика. Научная книга, 424 с.
4. Сироткина Н., Ефимьев А., Агафонова М., Колесникова В. (2020). Роль человеческого капитала в области цифровых информационных технологий. *Цифровая и отраслевая экономика*, № 1, 5-10.
5. Толстых Т., Шкарупета Е., Гамидуллаева Л. (2018). Цифровое инновационное производство на основе формирования экосистемы сервисов и ресурсов. *Экономика в промышленности*, № 2, 159-168.
6. Точин А. (2020). Перспективы цифровой трансформации.
7. Трофимова Н. (2020) Влияние цифровизации экономики на модернизацию промышленности. *Актуальные проблемы экономики и управления*, № 2 (26), 50-54.

ИНСТРУМЕНТАРИЙ КОГНИТИВНОЙ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

Дударева Ольга Владимировна

Шкарунета Елена Витальевна

д-р экон. наук, профессор

Воронежский государственный технический университет

Аннотация. Цель исследования – разработать когнитивный инструментарий, связанный с трансформацией форматов мышления в цифровую эпоху. Процесс цифровой трансформации представляется в виде потока энергии, информации и событий, в котором выделяются три характеристики: объем, скорость, структурность. Эти характеристики описываются с позиции когнитивности, в результате чего выделяются системный и аналитический тип мышления, роли метафорщика и презентатора. Методы: структурность определяется соотношением ламинарности и турбулентности мышления. Если ламинарности больше, то мы определяем тип мышления как системный, если турбулентности – как аналитический. Основные результаты: мыслителя в типологии форматов мышления называют метафорщиком и обозначают буквой М (Metaphor, Метафорщик). Деятеля в типологии форматов мышления называют презентатором и обозначают буквой Р (Presentor, Презентатор). Кроме того, выделены также Я-, Мы- и Мир-формат мышления в ходе реализации цифровой трансформации сложных систем. Я-формат – комфортный объем оперирования информацией ограничен небольшими блоками в первую очередь затрагивает личные потребности. Мы-формат – комфортный объема оперирования информацией лежит в области потребности группы, общества. Мир-формат – комфортный объем потребления и оперирования информацией выходит за пределы понимания группы и включают глобальные идеи и ценности. Выводы: сделан вывод, что, исходя из соотношения скорости обработки информации, комфортного объема и степеней структурности можно выделить двадцать семь типов мышления в ходе цифровой трансформации сложных систем. Обоснование новизны: практическое применение теории форматов мышления позволяет эффективно управлять цифровым бизнесом, сформировать команду цифровой трансформации, узнать психологический климат и уровень коммуникации в команде, отследить зависимость выручки и гармонии.

Ключевые слова: инструментарий, цифровая трансформация, теория форматов мышления, сложные системы.

Философия теории форматов мышления как инструмента цифровой трансформации сложных систем заключается в следующих постулатах:

- реальность проявляется только в потоке: постоянное движение энергии, информации и событий;
- когнитивные процессы человека имеют свойство потока: например, постоянное движение нейронных импульсов в головном мозге, работа нервной системы;
- человек воспринимает все события субъективно, в зависимости от природных особенностей работы мозга. Это и определяет его формат мышления;
- формат мышления формирует субъективную реальность.

Потоковость мышления косвенно доказали французские лингвисты [1]. Они смогли замерить скорость передачи информации с помощью разных языков. Выяснилось, что чем выше плотность (количество информации на слог), тем медленнее передается информация. Несмотря на это, средняя скорость передачи информации для всех языков оказалась практически одинаковой – 39,5 бит/с.

Ранее исследователи оценивали объем памяти человека в 1 млн гб [2]. Учитывая, что язык – основной инструмент мышления, эти исследования подтверждают, что у него есть математически измеримые объем и скорость.

Таким образом, мышление – это деятельность мозга. Мозг работает с информационным потоком, который описывается параметрами скорости, объема и структурности. Эти параметры и определяют формат мышления [3].

Три характеристики потока мышления в диагностике превращаются в три шкалы измерения.

1. Объем мышления – это количество комфортно обрабатываемой человеком информации.

А. Лямин, автор теории форматов мышления, исследователь-практик, сооснователь компании MindFormat.ai, главный методолог методики, выделяет три объема и называет их в своей типологии «Я-формат», «Мы-формат» и «Мир-формат».

Я-формат – комфортный объем оперирования информацией ограничен небольшими блоками в первую очередь затрагивает личные потребности.

Мы-формат – комфортный объема оперирования информацией лежит в области потребности группы, общества.

Мир-формат – комфортный объем потребления и оперирования информацией выходит за пределы понимания группы и включают глобальные идеи и ценности.

Объем мышления можно представить с помощью метафоры, где Я-формат – это отдельный город, Мы-формат – это континент со множеством городов, а Мир-формат – это планета целиком.

2. Скорость мышления измеряется временем принятия решений, измерить которое возможно через реакцию на стимулы – специально поставленные вопросы [4].

Люди принимают решения с разной скоростью. Одни – моментально, по наитию, другие – после долгих размышлений и изучения информации. Скорость прохождения пути от мышления к деятельности А. Лямин называет презентацией.

Если обозначить края этой шкалы психологическими типажам, то на одном краю этой шкалы будет стоять мыслитель, а на другом – деятель.

Мыслителя в типологии форматов мышления называют метафорщиком и обозначают буквой М (Metaphor, Метафорщик).

Деятеля в типологии форматов мышления называют презентатором и обозначают буквой Р (Presentor, Презентатор).

3. Структурность мышления похожа на описание таких качеств физического потока, как ламинарность и турбулентность [5].

Под ламинарным течением мы понимаем прямолинейность и упорядоченное движение без перемешивания внутри потока, а под турбулентным – напротив, хаотичное движение с разделением и перемешиванием слоев.

Сборка в целое – это системное мышление, а разделение семантики целого на части – это аналитика.

Структурность определяется соотношением ламинарности и турбулентности мышления. Если ламинарности больше, то мы определяем тип мышления как системный, если турбулентности – как аналитический.

Эти характеристики напрямую влияют на целеполагание, дилерские и управленческие качества, а также многие другие психологические паттерны поведения [6].

Главным инструментом определения способов мышления является тестирование. Во время прохождения теста нейросеть анализирует ответы (реакции на стимулы) и не только относит человека к тому или иному формату, но и составляет подробную карту мышления, позволяя оценивать уровень гармонии мышления с деятельностью, тревожность и другие характеристики человека.

Исходя из соотношения скорости обработки информации, комфортного объема и степеней структурности можно выделить 27 типов мышления в ходе цифровой трансформации сложных систем.

Точность определения – 97% - была достигнута благодаря обучению искусственного интеллекта на почти 100 тысячах реальных людей [7].

В машинном обучении использовались модели Яндекс и Microsoft.

Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-010-00942 А).

Список литературы:

1. Абдикеев, Н. М., & Лосев, А. А. (2019). Когнитивная модель поддержки принятия решений по формированию и развитию интеллектуального капитала цифрового предприятия. Проблемы экономики и юридической практики, 15(6), 26-31.
2. Алетдинова, А. А., & Кипришева, А. И. (2017). Появление коллективной сетевой компетенции при цифровой трансформации экономики. Вестник Сибирского университета потребительской кооперации, (3), 20-24.
3. Атурин, В. В., Мога, И. С., & Смагулова, С. М. (2020). Управление цифровой трансформацией: научные подходы и экономическая политика. Управленец, 11(2), 67-76.
4. Бабилова, А. В., & Бабилов, Н. М. (2021). Оценка цифровой трансформации в банковском секторе на основе когнитивного моделирования. Вопросы инновационной экономики, 11(1), 299-314.
5. Брускин, С. Н. (2016). Методы и инструменты продвинутой бизнес-аналитики для корпоративных информационно-аналитических систем в эпоху цифровой трансформации. Современные информационные технологии и ИТ-образование, 12(3-1).
6. Зайченко, И. М., & Смирнова, А. М. (2019). Анализ инновационных стратегий в условиях цифровой трансформации бизнеса. Научный вестник Южного института менеджмента, (2).
7. Либерман, И. В., Клачек, П. М., & Корягин, С. И. (2020). Индустрия 5.0: Когнитивная модель цифровой трансформации промышленности. in цифровая экономика и индустрия 4.0: Форсайт Россия (pp. 193-201).

