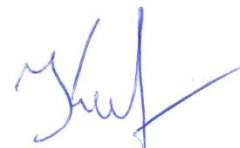


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)



На правах рукописи

Кирсанов Александр Анатольевич

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ И
АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

**Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах
(технические науки)

Научный руководитель:
доктор физико-математических наук,
профессор
Прус Юрий Витальевич

Москва – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	11
1.1. Организация перевозки опасных грузов на автомобильном транспорте..	11
1.2. Статистика инцидентов при автомобильной транспортировке опасных грузов.....	18
1.3. Система обеспечения безопасности автомобильной перевозки опасных грузов в Российской Федерации.....	26
1.4. Система информирования об инцидентах при автомобильной транспортировке опасных грузов.....	33
1.5. Выводы по первой главе.....	41
ГЛАВА 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ.....	45
2.1. Методы формализации управления в системе обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов.....	45
2.1.1. Анализ особенностей функционирования системы обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов.....	45
2.1.2. Информационно-аналитическая система поддержки управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов.....	53
2.1.3. Функциональные модели процессов управления в системе обеспечения безопасности перевозки опасных грузов при совершенствовании методов и способов получения обработки информации.....	56
2.2. Математическое моделирование функционирования системы идентификации инцидентов на транспортном средстве с опасным грузом....	62
2.2.1. Моделирование инцидентов на транспортном средстве с опасным грузом.....	62
2.2.2. Идентификация аварийных ситуаций на автотранспорте с опасным грузом с помощью системы датчиков.....	66
2.2.3. Дискретно-событийная модель системы «автомобильный транспорт - опасный груз».....	71
2.3. Выводы по второй главе.....	74
ГЛАВА 3. АЛГОРИТМЫ И МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ.....	76
3.1. Организация инфотелекоммуникационного взаимодействия в системе обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов	76

3.2. Алгоритмы управления реагированием на инциденты с опасным грузом при внедрении новых информационных технологий	81
3.3. Математическое обеспечение в информационной системе управления подразделениями служб экстренного реагирования при автомобильных авариях с опасным грузом	94
3.4. Прогнозирование рисков транспортировки опасных грузов автомобильным транспортом.....	100
3.4.1. Разработка алгоритмов оперативного прогнозирования рисков при автомобильных авариях с опасным грузом.....	100
3.4.2. Моделирование управления силами и средствами РСЧС при проведении оперативного прогнозирования	103
3.5. Выводы по третьей главе.....	108
ГЛАВА 4. ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ.....	110
4.1. Разработка архитектуры новых информационных технологий мониторинга и поддержки управления.....	110
4.1.1. Обоснование требований к архитектуре программно-аппаратного комплекса.....	110
4.1.2. Разработка информационной подсистемы системы управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов.....	113
4.1.3. Применение геоинформационных технологий в системе обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов.....	119
4.1.4. Разработка программных средств поддержки управления подразделениями служб экстренного реагирования при автомобильных авариях с опасным грузом.....	124
4.2. Описание интерфейса веб-портала программно-аппаратного комплекса.....	126
4.3. Описание пользовательского интерфейса программно-аппаратного комплекса.....	130
4.4. Оценка эффективности применения программно-аппаратного комплекса поддержки управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов.....	136
4.5. Экономический эффект.....	139
4.6. Выводы по 4 главе.....	143
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	145
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	147
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	149
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Информационное.....	165
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ.....	173
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Акты внедрения результатов работы.....	176

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Развитие и укрупнение социотехнических систем сопровождается возрастанием опасности и тяжести последствий техногенных аварий. Инновационная деятельность на данном этапе развития становится важным фактором в управлении социально-экономическими и техническими системами, обуславливающим реализацию технических и организационных предпосылок создания эффективных средств и систем, а также организацию управленческих процессов, направленных на существенное снижение техногенных рисков.

Транспортная логистика является важной составляющей экономической системы государства, обеспечивающей экономический рост и социальное благополучие. В то же время недостатки организации транспортной логистики при неблагоприятных обстоятельствах, как правило, становятся источниками нестабильности в социально-экономических системах. Одна из ключевых целей действующей транспортной стратегии Российской Федерации – повышение уровня безопасности транспортной системы и снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Эффективное управление безопасностью транспортной системы невозможно без использования современных средств и систем мониторинга. Государственная политика в области обеспечения безопасности автомобильной перевозки опасных грузов направлена на активную поддержку внедрения современных спутниковых и информационных технологий с целью повышения уровня безопасности транспортировки опасных грузов. Однако не в полной мере реализованы механизмы, обеспечивающие эффективную деятельность персонала транспортной логистики, надзорных органов и служб экстренного реагирования по обеспечению безопасности на транспорте; в частности, не решены вопросы:

– информационного взаимодействия между транспортной логистикой и службами экстренного реагирования, обеспечивающего непрерывную передачу сведений о системе «автомобильный транспорт – опасный груз»;

– обеспечения экстренных служб программными средствами поддержки управления по реагированию и ликвидации последствий автомобильной аварии с опасным грузом;

– оповещения об автомобильной аварии с опасным грузом в автоматическом режиме в реальном масштабе времени.

Диссертационная работа посвящена решению ряда задач оперативного информирования и поддержки управления деятельностью экстренных служб по обеспечению безопасности на основе современных информационных и спутниковых технологий в режиме реального времени.

Степень разработанности темы исследования. Проблемы обеспечения эффективного управления экстренными службами в системах обеспечения безопасностью изучались отечественными и зарубежными учеными и специалистами. Применение информационных технологий и автоматизированных систем управления в деятельности экстренных служб рассматривались в работах: Н.Н. Брушлинского, Н.Г. Топольского, С.Ю. Бутузова, С.А. Качанова, Д.В. Тараканова, Т. J. Cova, Li Juan и др. Вопросы моделирования процессов управления в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС) отражены в работах И.У. Ямалова, В.В. Кульбы, Н.И. Архиповой, А.А. Kovacs и др. Проблемы повышения оперативности оповещения об автомобильных авариях с опасным грузом затронуты в работах Л.Г. Одинцова, С.А. Гарагана, В.В. Комарова, V. Verter, Ph. Scheuerman и др.

Вместе с тем, вышеуказанные исследования не отражают в полной мере тенденции развития систем поддержки принятия решений при управлении безопасностью, основанных на современных технологиях получения и обработки мониторинговой информации об объектах повышенной опасности.

Объектом исследования является система управления безопасностью на автомобильном транспорте, а предметом исследования являются модели и

алгоритмы интеллектуальной поддержки управления безопасностью автомобильной перевозки опасных грузов.

Цель исследования – снижение ожидаемых социально-экономических потерь от аварий при автомобильной транспортировке опасных грузов на основе совершенствования управления безопасностью и системы мониторинга, а также управления профилактической деятельностью и реагированием при авариях.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующий комплекс задач:

- моделирование и анализ процессов управления в системе обеспечения безопасности автомобильной перевозки опасных грузов;

- построение математической модели идентификации инцидентов при автомобильной транспортировке опасных грузов и генерации плана реагирования на них;

- построение моделей и алгоритмов поддержки принятия управленческих решений по управлению рисками автомобильной транспортировки опасных грузов и реагированию на инциденты при внедрении программно-аппаратного комплекса в автоматизированную систему управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов;

- разработка программно-аппаратного комплекса информационно-аналитической системы, обеспечивающей мониторинг и поддержку управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов.

Научная новизна работы состоит в обосновании и создании новых информационно-аналитических технологий и построении моделей и алгоритмов поддержки управления безопасностью в современных транспортных системах:

- математического инструментария поддержки управления при автомобильной аварии с опасным грузом, основанного на задании многомерных булевых функций от параметров состояния датчиков

автоматической идентификации инцидентов на транспортном средстве с опасным грузом;

– дискретно-событийной модели функционирования системы идентификации инцидентов на транспортном средстве с опасным грузом для описания множества возможных состояний и прогнозирования переходов между ними в системе «автомобильный транспорт-опасный груз»;

– функциональных моделей и алгоритмов управления системой обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов для анализа взаимодействия элементов и синтеза новых процессов при реинжиниринге системы управления транспортной логистикой опасных грузов;

– информационно-аналитической системы мониторинга и поддержки управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов, включающей в себя подсистемы управления рисками и реагированием на инциденты при автомобильной транспортировке опасных грузов.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке новых подходов к созданию средств, методов и технологий информационно-аналитической поддержки управления безопасностью в транспортных системах, основанных на получении, обработке и использовании мониторинговой информации об объектах повышенной опасности.

Практическая значимость работы заключается в создании действующего макета программно-аппаратного комплекса, а также построении ряда моделей и алгоритмов, обеспечивающих поддержку управления в системе обеспечения безопасностью автомобильной перевозки опасных грузов.

Методология и методы исследования. При решении поставленных задач использованы методы теории управления и принятия решений, системного анализа, моделирования случайных процессов, алгебры логики, функционального моделирования.

Положения, выносимые на защиту:

1. Функциональные модели и алгоритмы управления системой обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов.
2. Дискретно-событийная модель функционирования системы идентификации инцидентов на транспортном средстве с опасным грузом.
3. Математический инструментарий поддержки управления при автомобильной аварии с опасным грузом, основанный на задании многомерных булевых функций от параметров состояния датчиков автоматической идентификации инцидентов на транспортном средстве с опасным грузом.
4. Информационно-аналитическая система мониторинга и поддержки управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов, созданная на основе разработанного программно-аппаратного комплекса, реализующего построенные алгоритмы и модели мониторинга и поддержки управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность и обоснованность результатов исследования подтверждается применением апробированных методов и средств исследования, внутренней непротиворечивостью и согласованностью с результатами других исследователей.

Теоретические и практические результаты исследований докладывались и получили поддержку на: Молодежных научно-технических выставках «Политехника» (Москва, 2011 г. и 2015 г.); Международной научно-практической конференции «Экология и защита окружающей среды» (Минск, 2014 г.); XXV Международной научно-практической конференции «Предупреждение. Спасение. Помощь» (Химки, 2015 г.); VIII и IX Всероссийских конференциях «Будущее машиностроения России» (Москва, 2015 г. и 2016 г.); Научно-практической конференции «Экологический императив развития транспортной науки в XXI веке» (Москва, 2017 г.); Межвузовской научно-технической конференции «Естественнонаучные и

математические дисциплины в транспортной отрасли» (Москва, 2017 г.); Всероссийской научно-практической конференции «Пожарная безопасность: проблемы и перспективы» (Воронеж, 2018 г.); Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций» (Москва, 2018 г.); XIII Международной конференции «Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности» (Москва, 2019 г.); XXVII Международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем» (Москва, 2019 г.).

Практическая реализация результатов исследования заключается в использовании при:

- решении расчётных задач при реагировании на автомобильные аварии с опасным грузом в Национальном центре управления в кризисных ситуациях МЧС России;

- проектировании архитектуры программно-технических средств в Федеральном государственном унитарном предприятии «Научный центр «Сигнал» (ФГУП НЦ «Сигнал») ФСТЭК России;

- выполнении задач инженерно-технического обеспечения в воинской части 64053 Минобороны России;

- подготовке лекций по дисциплине «Прикладные методы анализа рисков природных и техногенных ЧС» в учебном процессе кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 22 работы, в том числе 10 – в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК Российской Федерации, и 5 – в иностранных, включенных в библиографическую базу данных Scopus. Получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Личный вклад автора. Все основные результаты, выносимые на защиту, получены автором лично. В совместных публикациях автором разработаны математический инструментарий, модели и алгоритмы поддержки управления при автомобильной аварии с опасным грузом,

обоснован состав датчиков, входящих в систему идентификации автомобильных аварий; разработан действующий макет программно-аппаратного комплекса информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью автомобильной перевозки опасных грузов.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объём диссертации – 180 страниц. Работа иллюстрирована 53 рисунками и 10 таблицами. Библиографический список включает 110 наименований.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

1.1. Организация перевозки опасных грузов на автомобильном транспорте

Развитие техники и технологии обеспечило производство грузовых автомобилей высокой грузоподъемности, а совершенствование транспортной инфраструктуры страны позволило сместить значительный объем грузоперевозки в сторону автомобильного транспорта [1]. Кроме того, лидерство автомобильного транспорта в объеме перевозки грузов объясняется высокой маневренностью и возможностью доставлять груз по схеме «от двери до двери» с необходимой срочностью. Перевозка грузов автомобильным транспортом отличается низкими тарифами по сравнению с другими видами транспорта; обеспечивает доступность своевременной доставки грузов, возможность поставки малыми партиями; предъявляет менее жесткие требования к упаковке груза. При этом следует отметить, что автомобильная перевозка отличается более широкой по сравнению с другими видами грузового транспорта номенклатурой опасных грузов, разрешенных к перевозке [2].

Автомобильный транспорт является потенциальным источником повышенной опасности [3]. Особую опасность представляет собой автомобильная авария при перевозке опасного груза. В этом случае может возникнуть техногенная чрезвычайная ситуация (ЧС), в результате которой в социально-экономической системе возрастает риск возникновения нестабильности.

Основным органом, регулирующим перевозку опасных грузов, является Комитет экспертов ООН. Данный орган вырабатывает свои рекомендации для обеспечения безопасности перевозки, а также присваивает номера ООН новым химическим веществам. Комитет экспертов каждые два года обновляет «Типовые правила перевозки опасных грузов», внося новые рекомендации и обновляя текущие. Данные правила являются основой для шести базисных конвенций, одна из которых представляет собой международное соглашение, принятое в Европе, о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ/ADR) [2]. Цель этого соглашения – установка правил перевозки опасных грузов на специальном автомобильном транспорте по территориям европейских стран.

Изучение нормативных документов ряда федеральных органов исполнительной власти (ФОИВ) показало, что существует несколько незначительно отличающихся друг от друга определений опасного груза. Рассмотрим некоторые из них, непосредственно относящихся к процессам автомобильной транспортировки опасного груза.

Так, в Федеральном законе от 24.07.1998 № 127–ФЗ (ред. от 14.12.2015) «О государственном контроле за осуществлением международных автомобильных перевозок и об ответственности за нарушение порядка их выполнения» под термином «опасный груз» понимаются вещества, изделия из них, отходы производственной и иной хозяйственной деятельности, которые в силу присущих им свойств могут при перевозке создать угрозу для жизни и здоровья людей, нанести вред окружающей природной среде, повредить или уничтожить материальные ценности.

В трактовке Международного договора о перевозке опасных грузов (ДОПОГ): «Вещества, материалы или изделия, при перевозке которых может быть нанесен ущерб здоровью людей или животных, либо может пострадать окружающая среда, называются опасными грузами» [2, стр. 30].

Государственным стандартом ГОСТ 19433-88 «Грузы опасные. Классификация и маркировка» ([4], приложение 4, стр. 30) определено:

«Опасные грузы – вещества, материалы и изделия, обладающие свойствами, проявление которых в транспортном процессе может привести к гибели, травмам, отравлению, облучению, заболеванию людей и животных, а также к взрыву, пожару, повреждению сооружений, транспортных средств, судов, характеризующиеся показателями и критериями, приведенными в настоящем стандарте, транспортируемые в упаковке, а также наливом или насыпью в контейнерах, транспортных средствах и навалом водным транспортом».

Международным договором о перевозке опасных грузов определён перечень опасных грузов, разрешённых к перевозке автомобильным транспортом [2]. В этом же документе приведена классификация опасных грузов, цель которой – систематизировать и регламентировать организацию и осуществление их перевозки. Выделено 9 классов опасности грузов. Каждый класс обладает определенными физико-химическими свойствами, которые определяют соответствующие требования к безопасности транспортировки с учётом того уровня вреда, который могут нанести эти вещества. Поскольку количество видов опасных веществ, разрешённых к перевозке автотранспортом, достаточно велико, то для уточнения характеристик опасных веществ любой класс делится на подклассы.

Каждый класс опасности имеет свой классификационный код, который наносится на специальных маркировочных знаках (рисунок 1.1). Данные знаки в соответствии с постановлением Правительства РФ от 15.04.2011 № 272 [5] должны быть размещены на таре и прицепах. Маркировка грузов служит для информирования о потенциальной опасности при ликвидации последствий аварии (ЧС). Помимо маркировки на таре или прицепе прикрепляют информационную таблицу, содержащую идентификационный номер опасности. Благодаря специальным маркировкам и таблицам, по прибытии на место ЧС сотрудники аварийно-спасательных служб могут оперативно идентифицировать тип опасного вещества и принять определенные первичные меры по ликвидации последствий аварии.



Рисунок 1.1 – Маркировка опасных грузов

Дополнительным параметром, определяющим уровень опасности транспортировки опасных грузов, являются группы упаковки. Под «группой упаковки» понимается особенность конструкции транспортного средства для перевозки опасных грузов: прицеп или тара, применяемые средства защиты и наличие амортизационных и прокладочных материалов. Таким образом, чем сложнее грузовая конструкция для перевозки опасных грузов, тем выше уровень опасности транспортировки. Группы упаковки, как и классы опасности, определяют требования к перевозке.

Помимо термина «опасный груз» в сфере автомобильной грузоперевозки применяется термин «груз повышенной опасности». Согласно ДОПОГ «грузами повышенной опасности являются грузы, которые могут быть использованы не по назначению, а в террористических целях, и, следовательно, привести к серьезным последствиям, таким как многочисленные людские жертвы, массовые разрушения или, особенно в случае грузов класса 7, массовые социально-экономические потрясения» [2, с. 114]. Перечень грузов повышенной опасности представлен в таблице 1.10.3.1.2 документа ДОПОГ. Для осуществления перевозки грузов повышенной опасности в соответствии с Федеральным законом РФ от 8.11.2007 № 257 [5] грузоперевозчику необходимо получить специальное

разрешение. Порядок получения специального разрешения описан приказом Минтранса России от 04.07.2011 №179 [6].

По состоянию на 2015 год, в России было зарегистрировано 115051 автотранспортное средство, оборудованное для перевозки опасных грузов, что составило примерно 3% от общего числа грузовых автомобилей, поставленных на учет в ГИБДД РФ [7]. На рисунке 1.2 представлена динамика изменения количества выданных специальных разрешений на осуществление международной и внутренней автомобильной перевозки опасных грузов [8].

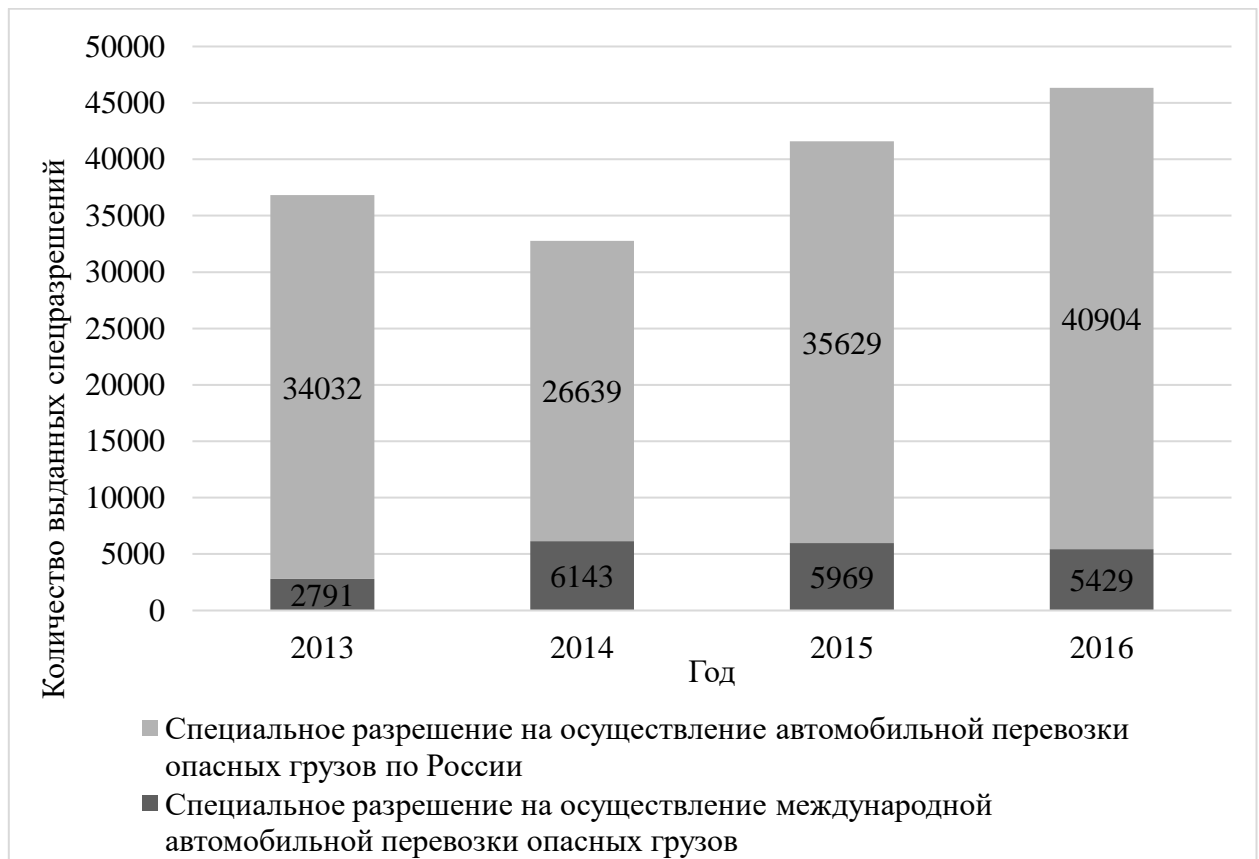


Рисунок 1.2 – Динамика выдачи специальных разрешений на осуществление перевозки опасных грузов автомобильным транспортом [8]

За 2015 – 2016 годы наблюдается рост количества выдачи специальных разрешений. Это можно объяснить ужесточением контроля надзорными

органами перевозки грузов автомобильным транспортом, повышением штрафов за нарушение правил перевозки, а также внедрением системы «Платон», снизившей количество перевозки по «серой схеме» [9].

На рисунке 1.3 представлены сведения о количестве грузовых автомобилей, оборудованных для перевозки опасных грузов на коммерческой основе в 2016 г., по федеральным округам (Приложение А). Всего оборудовано 33035 единиц. Значительно больше оборудовано грузовых автомобилей в федеральных округах Европейской части территории страны (21071 ед.), что в целом отражает уровень промышленного развития и транспортной инфраструктуры федеральных округов.



Рисунок 1.3 – Данные о количестве грузовых автомобилей, оборудованных для перевозки опасных грузов на коммерческой основе, за 2016 г. (ед.) (Приложение А)

На рисунке 1.4 показано распределение объёма перевозки опасных грузов в федеральных округах в 2016 г., выполненных на коммерческой основе.



Рисунок 1.4 – Объем перевозки опасных грузов автомобильным транспортом, выполненных на коммерческой основе, за 2016 г. (тыс. тонн) (Приложение А)

Суммарно в Российской Федерации за 2016 год было перевезено 57,7 млн тонн опасного груза на коммерческой основе, что составило около 1,12% от общего объема перевозки грузов автомобильным транспортом. С учетом некоммерческой перевозки доля перевезенного опасного груза достигает 3% [10].

В зарубежных странах, в частности – в странах Европейского союза, сведения об объеме перевозимого опасного груза ведутся соответствующими государственными надзорными органами. На рисунке 1.5 показан рост грузооборота опасных грузов на автомобильном транспорте в странах Евросоюза с 2013 года по 2016 год [11].

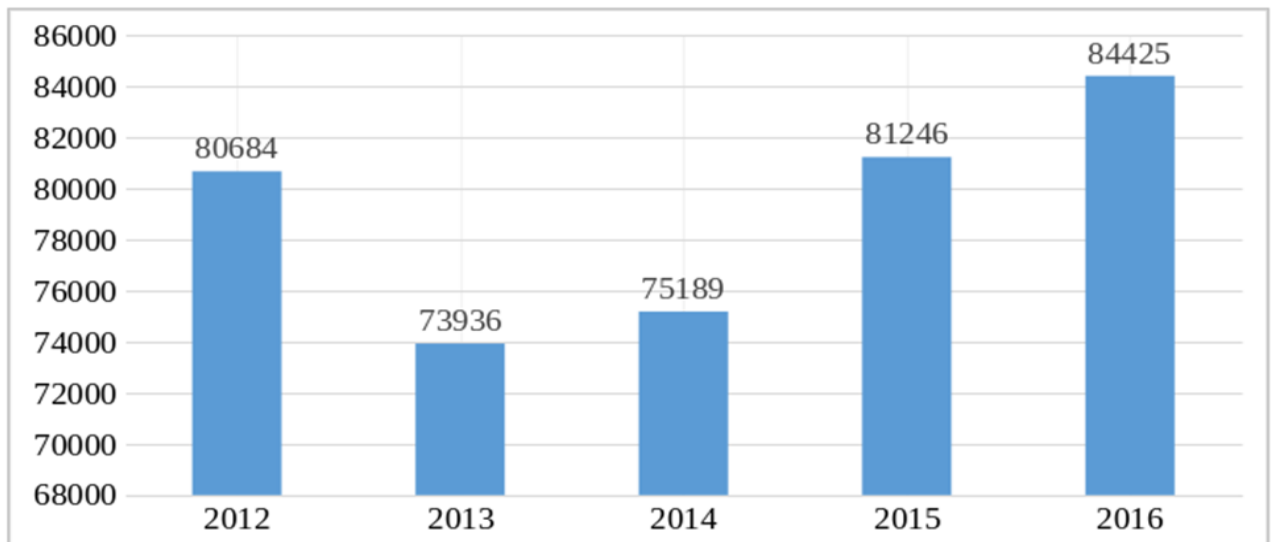


Рисунок 1.5 — Грузооборот опасного груза на автомобильном транспорте в странах Евросоюза (млн тонно-километров) [11]

В соответствии с приказом Росстата от 31.08.2017 № 564 [12] уже с 2018 года Федеральной службой государственной статистики планируется ведение сбора данных по объему перевозки опасных грузов на основе специальной формы № 1–ТР (автотранспорт). Это позволит получать необходимые сведения по объему перевозки опасных грузов каждого класса опасности.

По оценкам экспертов [13], ожидается, что, начиная с 2016 года, в течение 10 лет в Российской Федерации объем перевозки опасных грузов всеми видами транспорта удвоится.

1.2. Статистика инцидентов при автомобильной транспортировке опасных грузов

Автомобиль является транспортным средством повышенной опасности в первую очередь из-за достаточно высокой вероятности (0,001 1/год) [14] возникновения дорожно-транспортного происшествия (ДТП) и,

соответственно, риска нанесения ущерба жизни и здоровью людей и неблагоприятных факторов, воздействующих на окружающую природу.

Согласно [15] под «дорожно-транспортным происшествием» понимается любая транспортная авария, возникшая в процессе дорожного движения с участием транспортного средства и повлекшая за собой гибель людей и (или) причинение им тяжелых телесных повреждений, повреждения транспортных средств, дорог, сооружений, грузов или иной материальный ущерб.

Дорожно-транспортные происшествия подразделяются по видам на: столкновение, наезд (на пешехода, на препятствие, на стоящее транспортное средство и др.) и опрокидывание. На рисунке 1.6 представлено распределение по видам ДТП со всеми автотранспортными средствами, произошедших в 2017 году [16].

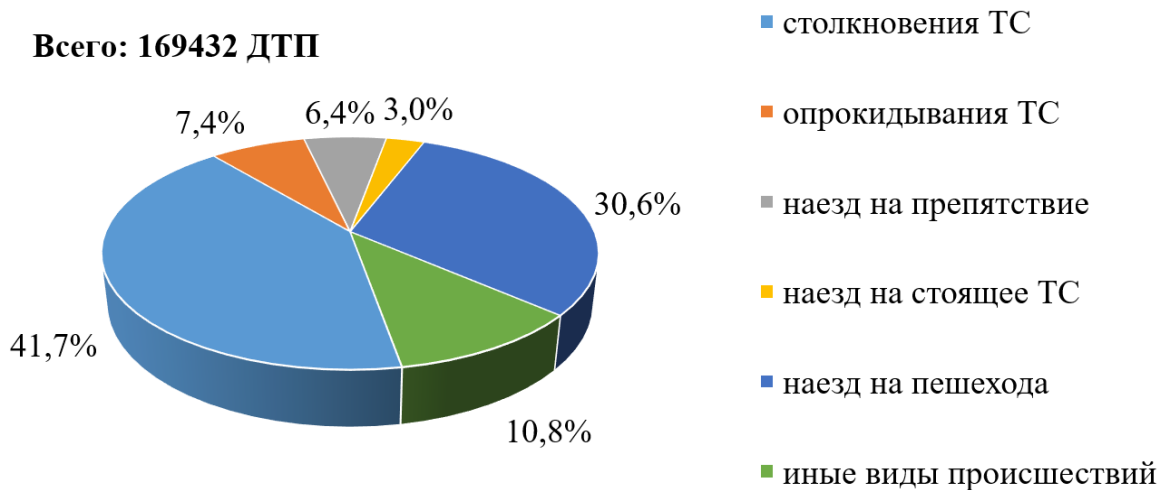


Рисунок 1.6 – Распределение дорожно-транспортных происшествий по видам (статистика ГИБДД РФ за 2017 год в России) [16]

В 2017 году ДТП с участием грузовых автомобилей составили 10986 случаев – всего 6,5% от общего числа аварий. Подавляющее число ДТП так или иначе связано с нарушением Правил дорожного движения его

участниками (управление автомобилем в нетрезвом состоянии, переход проезжей части в не предназначенных для этого местах, несоблюдение требований дорожных знаков и т.д.). Исследования причин ДТП с участием грузового автомобиля, выполненные Международным союзом автомобильного транспорта [17], показали, что среди причин, вызывающих ДТП, подавляющую долю составляет человеческий фактор – 85,2%. Остальные причины: техническая неисправность, несовершенство инфраструктуры, погодные условия – каждая в отдельности находится в пределах 5% от общего числа происшествий. Эти данные приведены на рисунке 1.7.

При человеческом факторе виновниками ДТП были как водители грузовых автомобилей (25 % случаев), так и другие участники дорожного движения [17].

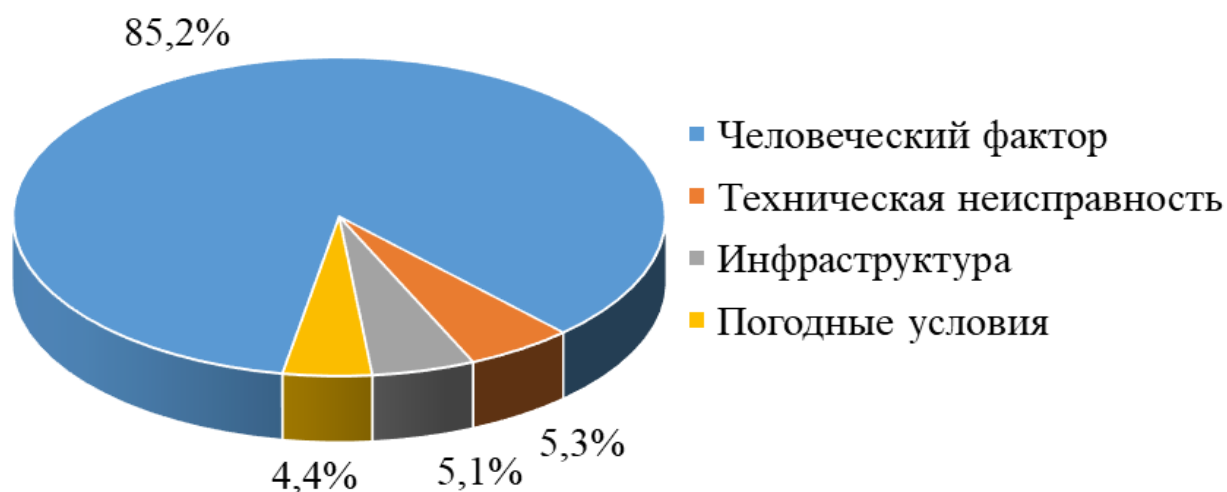


Рисунок 1.7 – Основные причины дорожно-транспортных происшествий с участием грузового автомобиля для всех пользователей автодорогами [17]

Для эффективного управления в области обеспечения безопасности требуется комплексный подход к анализу организации автомобильной перевозки опасных грузов. Один из ключевых методов повышения

эффективности управления по организации безопасности транспортировки опасных грузов является статистика. Статистика, как элемент управления, позволяет решить целый ряд проблем [18]:

- постоянное владение ситуацией, отслеживание положительных и отрицательных тенденций;
- оценка любой операции по критериям ее успешности;
- выработка дальнейшей стратегии развития на основе статистических данных;
- дает руководителю чувство уверенности и безопасности за счет использования достоверных данных;
- оперирование только фактами, которые имеют достоверное происхождение;
- выделение областей, которым наиболее необходимы корректировка или улучшение.

Аварийность на всех видах транспорта в Российской Федерации сохраняется на достаточно высоком уровне. К сожалению, следует отметить, что до настоящего времени систематизированная официальная статистика аварийности на транспорте с опасным грузом отсутствует (кроме железнодорожного транспорта). Содержащаяся в ряде научных публикаций [19, 20] статистика устарела и обладает недостаточными сведениями. Дополнительно в научной работе [21] приводится статистика ЧС с опасным грузом, показывающая, что при автомобильной аварии с опасным грузом подавляющее число водителей погибает во время аварии.

В области организации автомобильных перевозок опасных грузов для оценки и анализа состояния безопасности автотранспортной системы необходимы следующие статистические данные [22]:

- количество перевозимого опасного груза по классам опасности;
- количество зарегистрированных транспортных средств (ТС), имеющих разрешение на перевозку опасных грузов;

- количество, причины и виды ДТП с участием ТС, перевозящих опасный груз;
- состояние водителей и экипажа ТС в момент ДТП;
- количество утерянного груза и последствия ДТП.

В целях получения официальной статистики автомобильных аварий с опасным грузом были направлены запросы в Министерство внутренних дел РФ, Министерство транспорта РФ и МЧС России. От Министерства внутренних дел РФ и МЧС России были получены обобщённые сведения о ДТП с опасным грузом (Приложения А).

По предоставленной информации установлено, что по данным ФГИС «ИАС-ДТП», в период с 01.01.2014 по 22.11.2017 пожарно-спасательные подразделения МЧС России среагировали на 86 ДТП с участием транспортных средств, перевозящих опасные грузы.

По данным ГУ МВД России по Ростовской области, на территории области с 01.01.2015 года по 01.12.2017 зарегистрировано 10 ДТП с участием транспортных средств, перевозящих опасные грузы, из них – 6 ДТП с пострадавшими, при этом 1 человек погиб, 11 получило ранения различной степени тяжести.

Наиболее подробные сведения о крупных автомобильных авариях, в том числе с опасным грузом, были получены во Всероссийском центре мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций МЧС России (ФКУ Центр «Антистихия»). По данным Центра, с 1991 по 2017 год произошло 6669 крупных аварий на автомобильных дорогах, в результате которых погибло 17935 человек и пострадало 50433 человека.

На рисунке 1.8 приведены сведения о ДТП с опасным грузом, полученные лично автором из базы данных ФКУ «Антистихия» посредством языка структурированных запросов SQL.

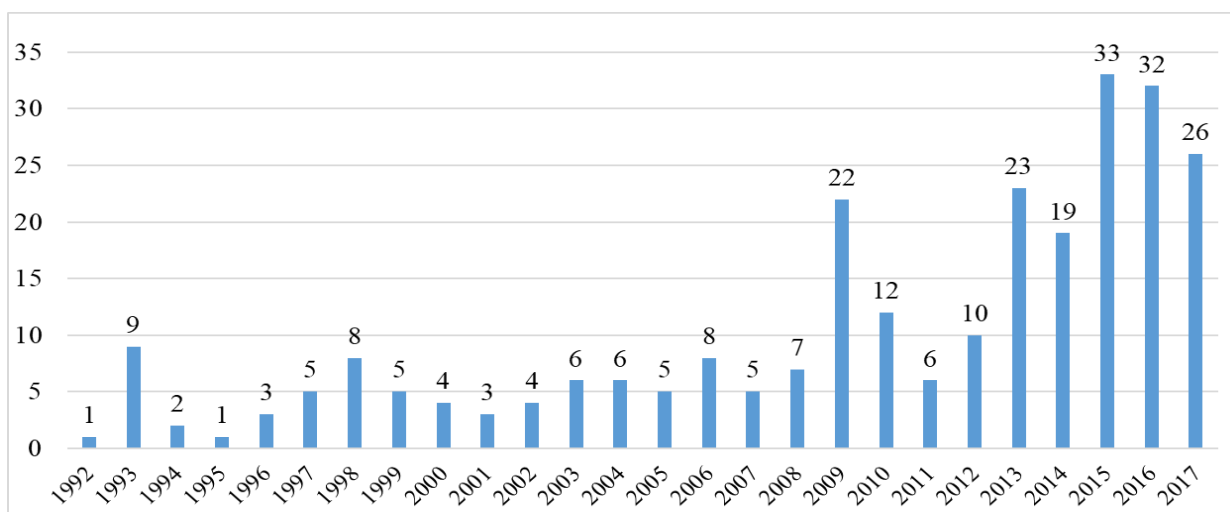


Рисунок 1.8 – Число аварий с опасным грузом, по данным Центра «Антистихия»

Основную долю опасного груза при авариях составили: горючие и легковоспламеняющиеся жидкости – 200 аварий; аварийно химически опасные вещества и сжиженные углеводороды – 53 и 8 аварий, соответственно (рисунок 1.9).

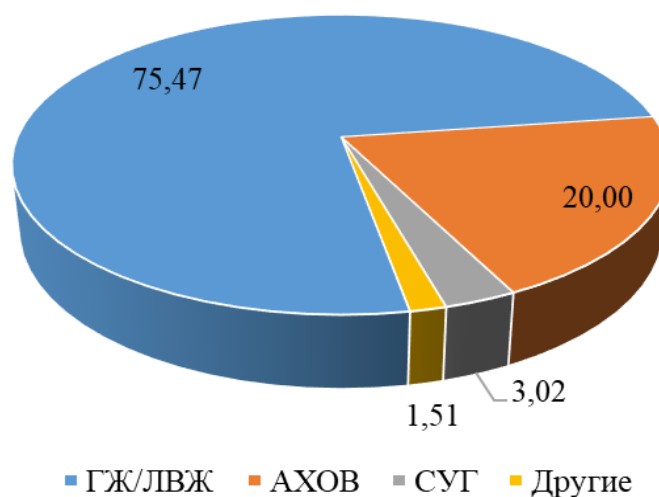


Рисунок 1.9 – Доли видов опасных грузов при автомобильных авариях (%)

Наиболее подробная зарубежная статистика о ДТП с опасным грузом ведется администрацией Министерства транспорта США по безопасности трубопроводов и опасных материалов (PHMSA). По данным PHMSA

автомобильный транспорт является наиболее опасным видом транспорта с точки зрения перевозки опасных грузов (таблица 1.1) [23]. Безусловно, опасность автомобильного транспорта связана с его лидирующими позициями по грузообороту среди остальных видов транспорта [24].

Таблица 1.1 – Министерства транспорта США по безопасности трубопроводов и опасных материалов (PHMSA) США

Год	Вид транспорта	Воздушный	Железнодорожный	Водный	Автомобильный
	Данные				
2013	Погибшие	0	0	0	11
	Пострадавшие	12	15	2	142
	Аварии и инциденты	1441	667	63	13887
	Экономический ущерб (долл.)	143105	37780045	18713	49517686
2014	Погибшие	0	0	0	11
	Пострадавшие	15	14	0	134
	Аварии и инциденты	1327	717	47	15316
	Экономический ущерб (долл.)	129417	18113607	117350	5605470
2015	Погибшие	0	0	0	12
	Пострадавшие	20	212	0	157
	Аварии и инциденты	1130	580	24	15124
	Экономический ущерб (долл.)	46971	22629446	3427	62224266
2016	Погибшие	0	0	0	8
	Пострадавшие	9	17	8	148
	Аварии и инциденты	1203	545	11	16 525
	Экономический ущерб (долл.)	1929865	27387862	53211	50178906
2017	Погибшие	0	0	0	8
	Пострадавшие	2	12	10	128
	Аварии и инциденты	1162	571	9	15736
	Экономический ущерб (долл.)	27 446	20 594 905	5 497 886	43 374 114
2018	Погибшие	0	0	0	5
	Пострадавшие	8	9	0	122
	Аварии и инциденты	1426	499	9	17 866
	Экономический ущерб (долл.)	75099	11765835	32500	90260780

Статистика PHMSA свидетельствует о тенденции роста экономического ущерба от аварий с ОГ (рисунок 1.10).

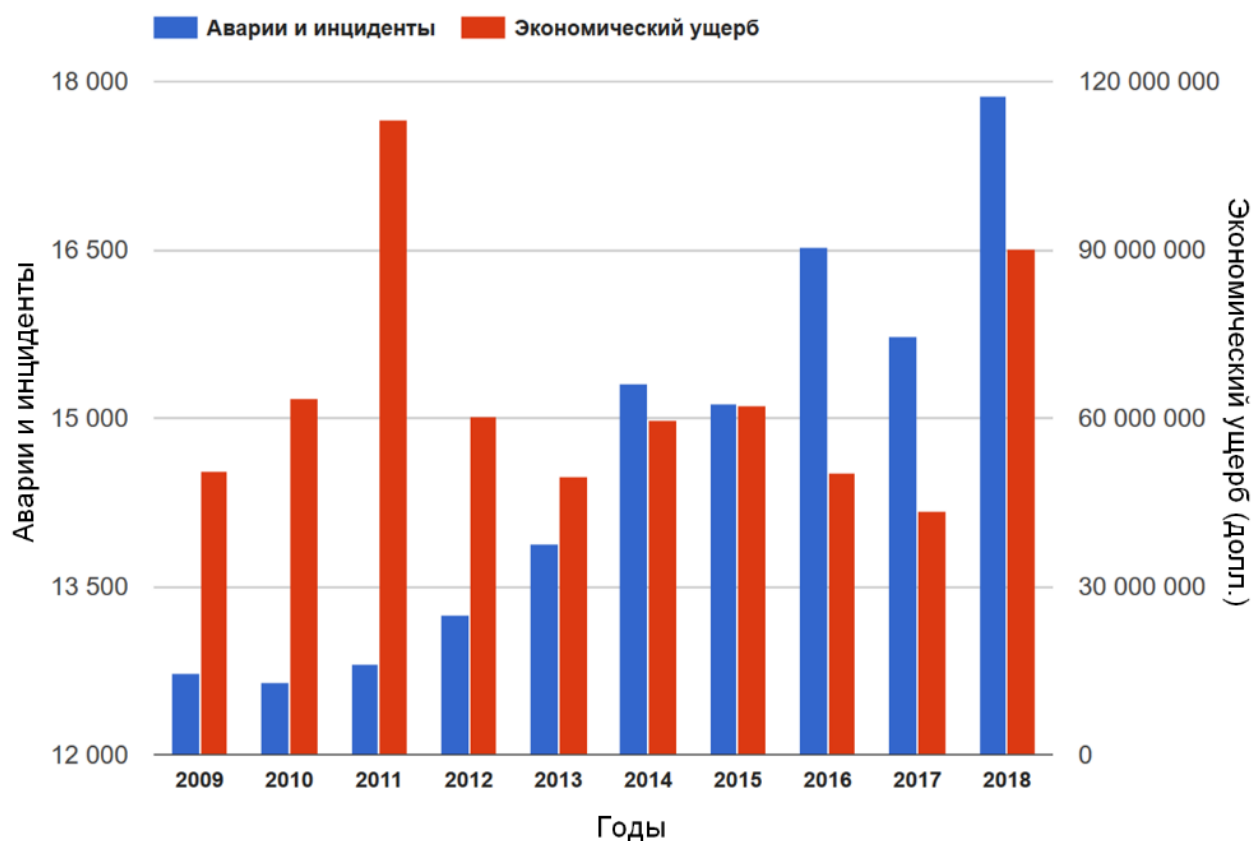


Рисунок 1.10 – Экономический ущерб от автомобильных аварий и инцидентов, по данным Министерства Транспорта США PHMSA (USA)

За 2012 – 2017 годы автомобильные аварии с опасным грузом в США чаще всего происходили в ночное и утреннее время суток. По этапам доставки опасного груза (погрузка, транспортировка, транзитное хранение и разгрузка) наибольшее количество инцидентов произошло на этапе разгрузки груза. Однако наиболее тяжелые аварии с точки зрения экономического ущерба произошли на этапе транспортировки опасного груза (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Данные по этапам доставки опасного груза за 2016 – 2017 годы

Этапы доставки опасного груза	2016 год			2017 год		
	Число инцидентов	Число погибших	Ущерб (долл.)	Число инцидентов	Число погибших	Ущерб (долл.)
Погрузка	3467	2	3263751	3704	1	2152367
Транзитное хранение	621	4	9306285	523	1	1016347
Транспортировка	5604	6	62629226	4371	1	54531432
Разгрузка	8588	9	4350582	8186	4	5059227

1.3. Система обеспечения безопасности автомобильной перевозки опасных грузов в Российской Федерации

В Российской Федерации в состав системы обеспечения безопасности (СОБ) автомобильной транспортировки опасных грузов (АТОГ) (рисунок 1.11) входят ФОИВ, наделенные функциями надзора в области транспорта и безопасности. Непосредственно федеральными органами, участвующими в обеспечении безопасности, являются Федеральная служба по надзору в сфере транспорта (Ространснадзор) и МЧС России (Национальный центр управления в кризисных ситуациях (НЦУКС)).

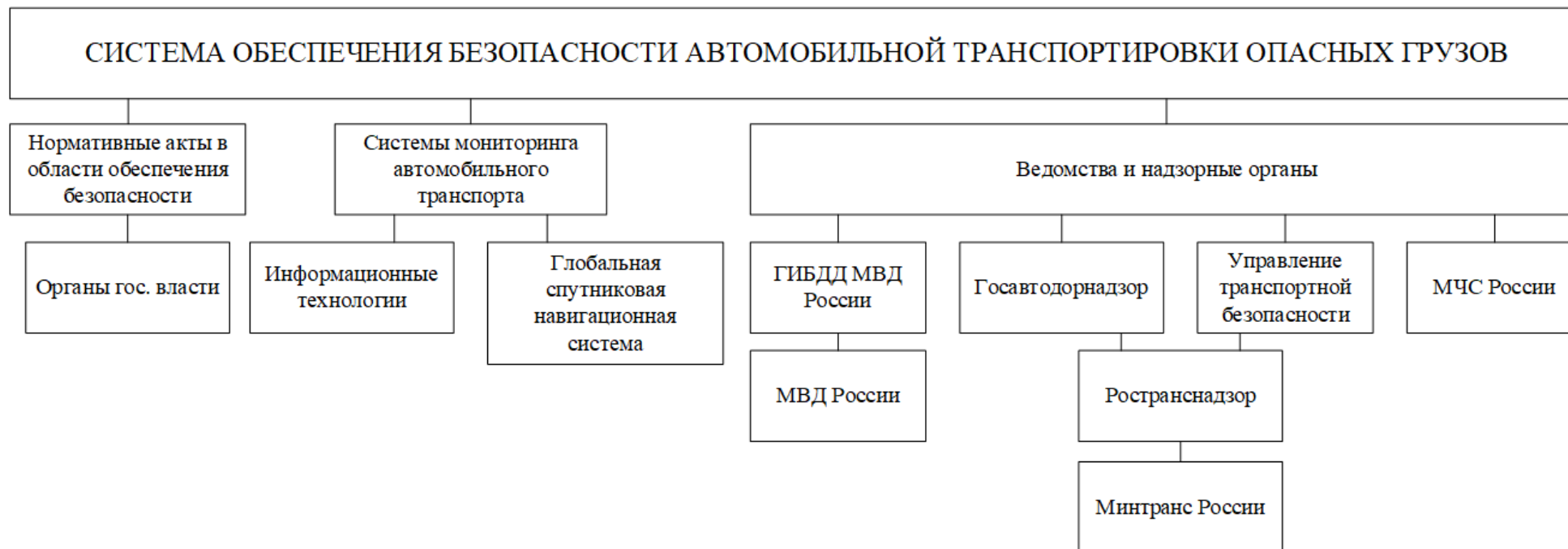


Рисунок 1.11 – Структура управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов в Российской Федерации

Организация обеспечения безопасности перевозки опасных грузов регламентируется соответствующими нормативно-правовыми актами. При организации перевозки опасных грузов участниками транспортной логистики должны соблюдаться соответствующие требования безопасности [2, 15, 25, 26, 27]. В таблице 1.3 представлен перечень требований по безопасности перевозки опасных грузов.

Таблица 1.3 – Требования по безопасности перевозок опасных грузов в РФ

Субъект требования	Предъявляемые требования	Нормативный документ
1	2	3
Транспортное предприятие	Выполнение требований ДОПОГ	Постановление Правительства РФ от 15.04.2011 № 272
Транспортное предприятие	Наличие консультантов по безопасности	ДОПОГ
Транспортное предприятие	Специальное разрешение на перевозку грузов повышенной опасности	ДОПОГ
Транспортное предприятие	Наличие путевого листа на перевозку груза	Федеральный закон от 08.11.2007 № 259
Транспортное предприятие	Передача геоданных местонахождения грузовых автомобилей с опасным грузом в систему «ЭРА-ГЛОНАСС»	Постановление Правительства от 13.02.2018 № 153
Транспортное средство	Свидетельство о допуске к перевозке автомобильного транспорта	ДОПОГ
Транспортное средство	Оборудование устройством «ЭРА-ГЛОНАСС» новых грузовых автомобилей	Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011

1	2	3
Транспортное средство	Оснащение аппаратурой спутниковой (АСН) навигации ГЛОНАСС	Федеральный закон от 14.02.2009 № 22
Водитель	Водительское удостоверение	Федеральный закон от 10.12.1995 №196
Водитель	Свидетельство ДОПОГ о подготовке водителя	ДОПОГ

Основными задачами НЦУКС МЧС России являются [28]: мониторинг, прогнозирование и моделирование ЧС; организация оперативного реагирования сил РСЧС; своевременное информирование и оповещение населения; координация работы федеральных органов исполнительной власти; организация межведомственного и международного взаимодействия. В соответствии с Концепцией, утверждённой распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р, о долгосрочном социально-экономическом развитии РФ на период до 2020 года необходимо обеспечить:

- совершенствование системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций;
- создание Общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей;
- создание центров управления в кризисных ситуациях в регионах и субъектах;
- развитие инфраструктуры информационного обеспечения и ситуационного анализа рисков ЧС.

Следуя данной Концепции, в НЦУКС постоянно внедряются и развиваются различные автоматизированные информационные и информационно-управляющие системы (АИС и АИУС).

В рамках создания автоматизированных систем предусматривается реализация следующих функций [28]: формирование опорного (базового) плана ликвидации последствий ЧС; формирование оперативного плана на основе базового; корректировка планов; контроль исполнения оперативных планов; ведение базы данных опорных, оперативных и рабочих планов; ведение нормативных баз данных и справочников.

Информирование, как один из элементов информационного обеспечения поддержки принятия управленческих решений в чрезвычайных ситуациях, может снизить число жертв и сократить величину ущерба при проведении аварийно-спасательных работ [29, 30]. Информирование должно осуществляться как населения [31], так и диспетчерских служб РСЧС для оперативного реагирования.

Применение информационных и спутниковых технологий, как части общей системы обеспечения безопасности (рисунок 1.11), активно предписывается государством. В частности, в соответствии с ФЗ от 14.02.2009 № 22 «О навигационной деятельности» грузовой автомобиль, предназначенный для перевозки опасных грузов, подлежит оснащению средствами спутниковой системы навигации ГЛОНАСС – АСН.

Постановлением Правительства РФ от 13.02.2018 № 153 «Об утверждении Правил оснащения транспортных средств категорий М2, М3 и транспортных средств категории N, используемых для перевозки опасных грузов, аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS», установленная АСН должна передавать в Федеральную службу по надзору в сфере транспорта информацию о географических координатах местоположения транспортного средства, его путевом угле и скорости движения, времени и дате фиксации местоположения транспортного средства с интервалом передачи не более 30 секунд через Государственную автоматизированную информационную систему «ЭРА-ГЛОНАСС» [32].

Одними из приоритетных направлений совершенствования управления гражданской обороной являются применение систем дистанционного

мониторинга чрезвычайных ситуаций и развитие систем раннего обнаружения быстроразвивающихся техногенных, природных явлений и процессов. Системы дистанционного мониторинга ЧС обеспечивают постоянное наблюдение за объектами повышенной опасности и анализ возможных рисков развития опасных ситуаций. Такие системы обеспечивают поддержку управленческому персоналу по оперативному реагированию на аварии и быстрому принятию управленческих решений на ликвидацию последствий аварий. В сфере перевозки опасных грузов автомобильным транспортом можно выделить две такие системы [33]:

1. Навигационно-информационная система мониторинга и управления транспортом (НИС).
2. Информационно-навигационная система мониторинга подвижных объектов («ЭРА-ГЛОНАСС») [34].

В настоящее время наиболее перспективной системой мониторинга в сфере автомобильных перевозки опасных грузов является «ЭРА-ГЛОНАСС» – система экстренного реагирования.

В соответствии с приказом Минтранса России и МЧС России от 1 октября 2015 года № 293/525 [35] определена типовая форма взаимодействия между системой «ЭРА-ГЛОНАСС» и «Системой-112» МЧС России (рисунок 1.12).

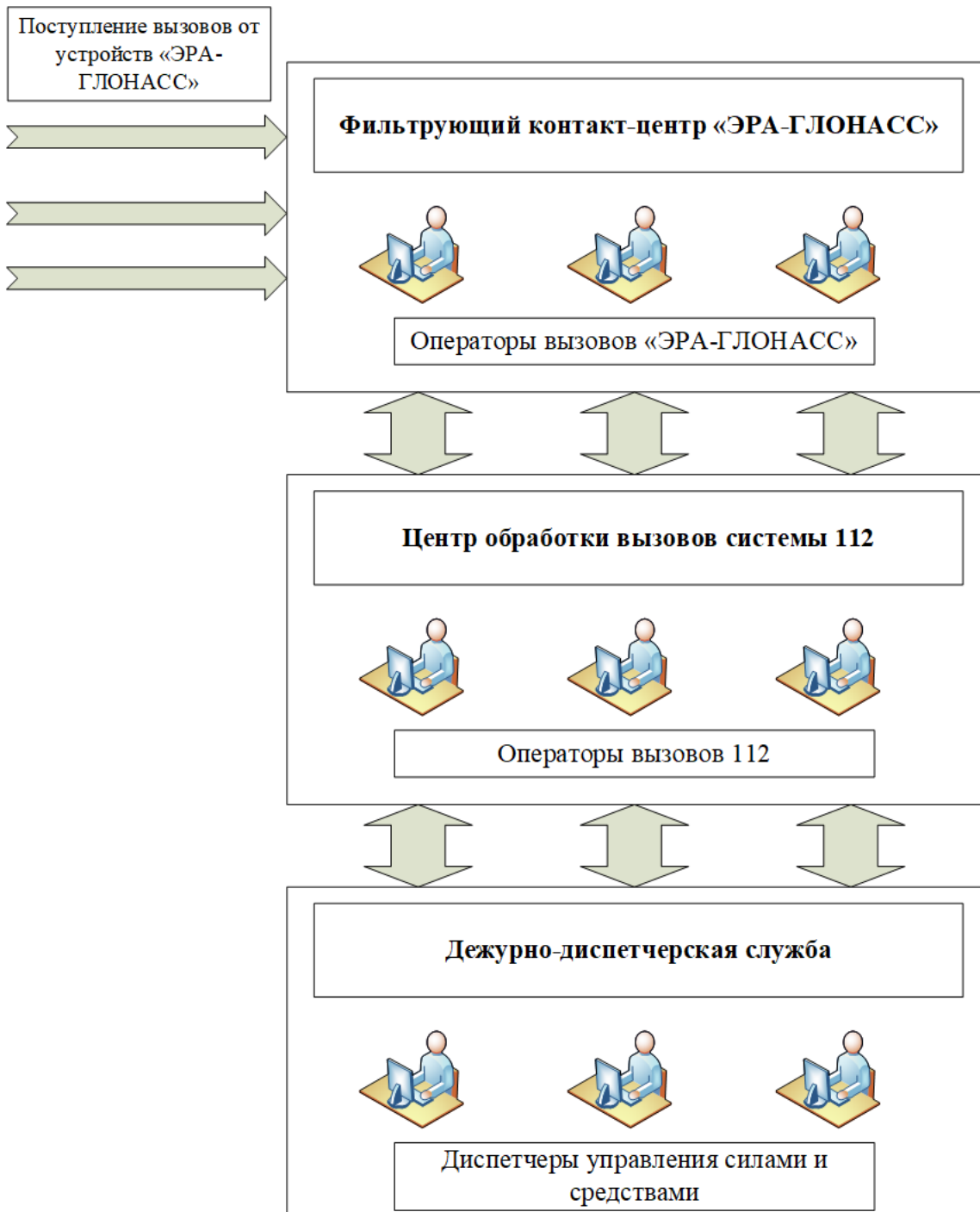


Рисунок 1.12 – Схема передачи сообщения об аварии экстренным службам при применении устройств системы «ЭРА-ГЛОНАСС»

Общий алгоритм информирования об аварии на грузовом автомобиле с опасным грузом состоит в следующем: при аварии водитель, если он не находится в состоянии шока и не получил серьезные травмы, должен установить связь с «ЭРА-ГЛОНАСС» посредством кнопки «Экстренный

вызов». После установки связи диспетчер фильтрующего контакт-центра «ЭРА-ГЛОНАСС», проверив подлинность экстренного вызова, формирует карточку вызова на основе информации, полученной из экстренного вызова, и передает ее в «Систему-112». Диспетчер «Системы-112», получив карточку вызова, формирует решения по привлечению дежурно-диспетчерских служб, сил и средств, необходимых для реагирования на вызов.

Анализ текущего взаимодействия между системой «ЭРА-ГЛОНАСС» и «Системой-112» выявил проблему информирования об авариях на автотранспорте с опасным грузом в случае, если водитель не в состоянии оповестить об аварии. Данная проблема существенно снижает оперативность реагирования экстренных служб.

1.4. Система информирования об инцидентах при автомобильной транспортировке опасных грузов

В настоящее время сформированы отдельные элементы системы информирования об инцидентах при АТОГ. При этом информирование об инцидентах не обходится без непосредственного участия человека. Рассмотрим возможные сценарии возникновения опасных инцидентов на автомобильном транспорте с опасным грузом с точки зрения информирования об инцидентах:

1. Водитель в состоянии сообщить об инциденте с помощью устройства экстренного вызова «ЭРА-ГЛОНАСС».
2. Водитель в состоянии сообщить об инциденте с помощью средства мобильной связи.
3. Водитель не в состоянии сообщить об инциденте.

На рисунках 1.13 – 1.15 представлены схемы информирования об инциденте от места происшествия до дежурно-диспетчерских служб (ДДС) экстренных служб. На схеме обозначены линии с номерами, обозначающими порядок прохождения информационного потока. Вид линий обозначает полноту информационного потока с точки зрения возможности принятия управленческих решений для проведения полноценной ликвидации последствий автомобильной аварии с ОГ.

Для проведения успешных мероприятий по ликвидации последствий аварии лицо, принимающее решение (ЛПР), должно обладать следующей информацией:

1. Тип опасного вещества.
2. Количество опасного груза.
3. Географические координаты места происшествия.
4. Метеоусловия.
5. Время происшествия.
6. Характер аварии.

Отсутствие любого из перечисленных пунктов означает, что исходная информация не является достаточно полной.

Первый сценарий, представленный на рисунке 1.13, описывает ситуацию, при которой в результате аварии водитель автомобиля своевременно выявил факт аварии и в состоянии совершить передачу сообщения об инциденте в экстренные службы посредством устройства «ЭРА-ГЛОНАСС».

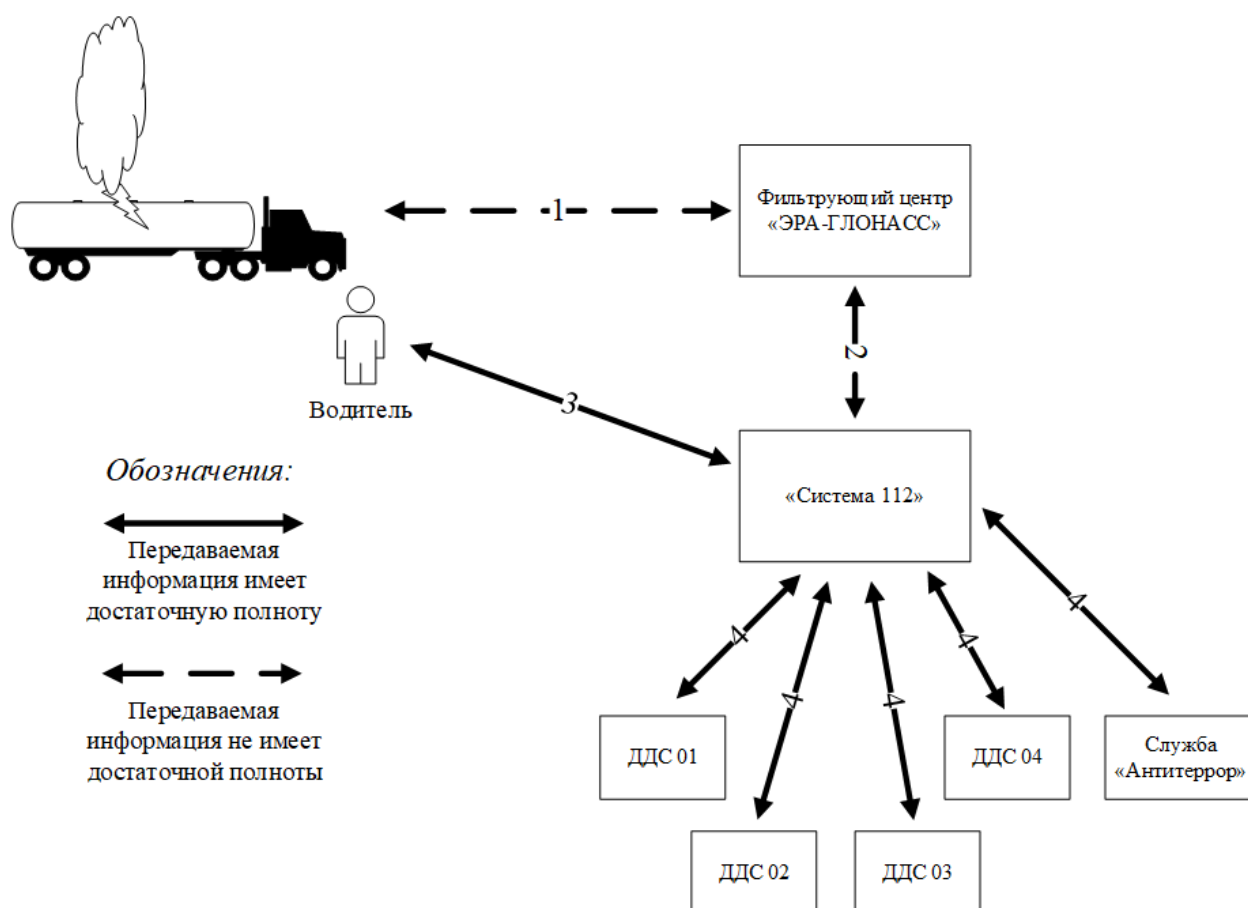


Рисунок 1.13 – Схема информирования водителем об инциденте с применением устройства экстренного вызова «ЭРА-ГЛОНАСС»

Пояснения к рисунку 1.13

Линия 1 – Передача первичной информации через устройство системы «ЭРА-ГЛОНАСС».

Линия 2 – Передача карточки вызова «ЭРА-ГЛОНАСС» в «Систему 112».

Линия 3 – Уточнение диспетчером «Системы 112» у водителя аварийной обстановки.

Линия 4 – Передача унифицированной карточки информационного обмена в ДДС.

При таком сценарии информирование об инциденте обеспечивается за счет установки связи в автоматическом режиме с диспетчерской фильтрующего центра «ЭРА-ГЛОНАСС». Диспетчер фильтрующего центра в автоматическом режиме получает следующие сведения [32]:

- государственный регистрационный знак, идентификационный номер (VIN), марка, модель, категория транспортного средства в соответствии с техническим регламентом, год изготовления транспортного средства, серия, номер, дата выдачи свидетельства о регистрации транспортного средства и паспорта транспортного средства;

– идентификационный номер АСН и идентификационный номер персональной универсальной идентификационной карты абонента, содержащей профиль сети подвижной радиотелефонной связи, обеспечивающей функционирование системы «ЭРА-ГЛОНАСС»;

– наименование юридического лица или фамилия, имя и отчество (при наличии) индивидуального предпринимателя, являющегося собственником (владельцем) транспортного средства, адрес местонахождения, телефон, адрес электронной почты собственника (владельца) транспортного средства.

Данные сведения внесены в БД с момента регистрации транспортного средства в системе «ЭРА-ГЛОНАСС» и при аварии в автоматическом режиме отображаются на мониторе диспетчера. Дополнительно с места аварии через установленную на транспортное средство АСН передаются геолокационные данные местонахождения ТС. Диспетчер фильтрующего центра «ЭРА-ГЛОНАСС», получив подтверждение факта аварии от водителя, заполняет карточку вызова и переадресовывает связь на диспетчерскую «Системы-112». При этом осуществляется передача карточки вызова, содержащей всю полученную информацию о ДТП из «ЭРА-ГЛОНАСС» в «Систему-112» [35, 36]. Диспетчер «Системы-112», установив связь с водителем через устройство «ЭРА-ГЛОНАСС», в свою очередь уточняет аварийную обстановку: характер автомобильной аварии, вид опасного груза, количество груза, точное местонахождение ДТП. При приеме вызова диспетчер заводит унифицированную карточку информационного обмена, заполняет все необходимые данные об аварии и передает карточку в соответствующие ДДС (01, 02, 03, 04 и «Антитеррор»). Далее, в соответствии с типовым регламентом

информационного взаимодействия [37, Приложение 6], диспетчер ДДС, получив карточку, проводит мероприятия по реагированию на вызов. Алгоритмы организации реагирования определены должностными инструкциями.

Второй сценарий возможной аварийной ситуации, изображённый на рисунке 1.14, описывает ситуацию, когда водитель посредством мобильной связи передаёт информацию об инциденте напрямую в «Систему 112».

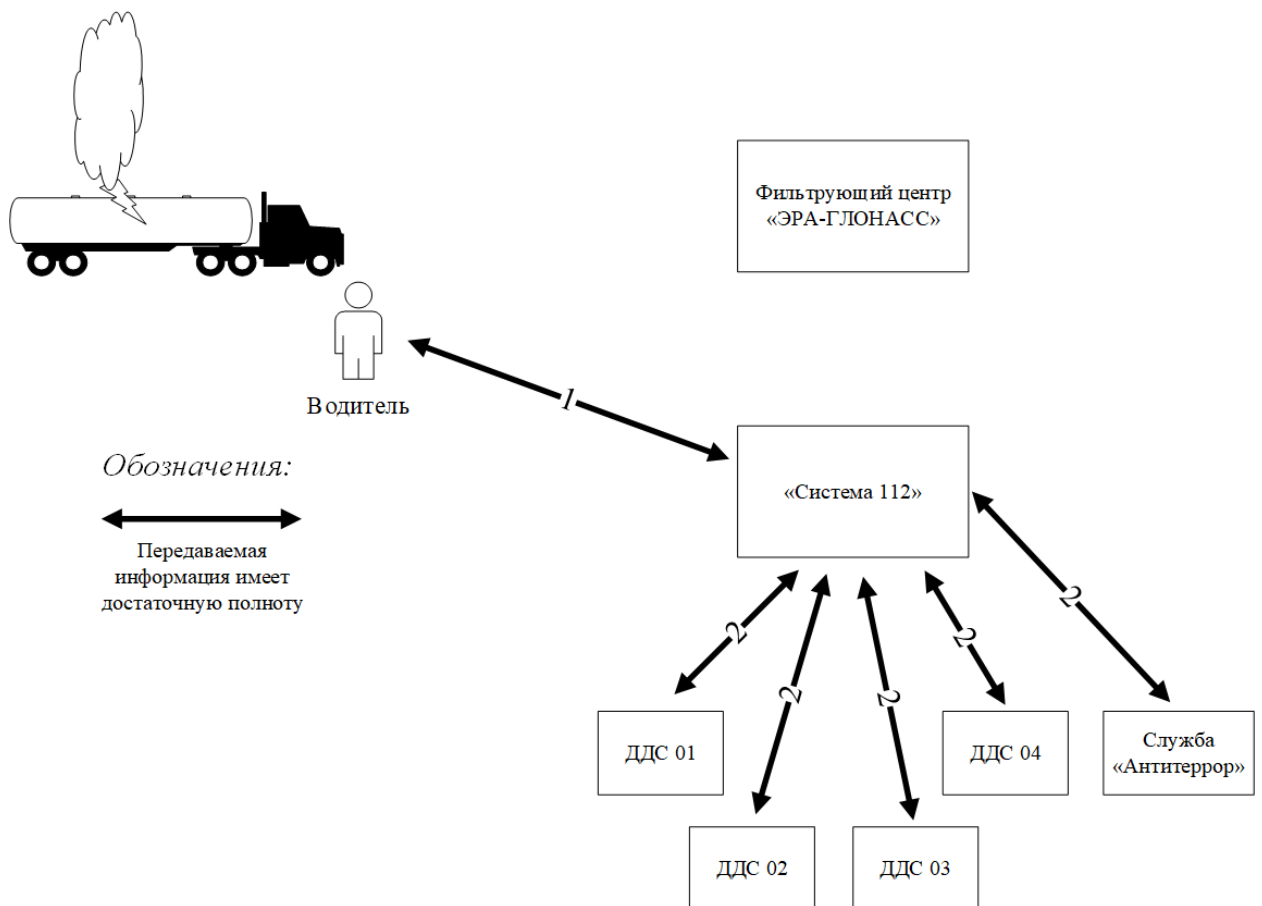


Рисунок 1.14 – Схема информирования об инциденте водителем или членами экипажа напрямую в «Систему 112» посредством мобильной связи

Пояснения к рисунку 1.14:

Линия 1 – Информирование об инциденте водителем или членами экипажа в «Систему -112».

Линия 2 – Передача унифицированной карточки информационного обмена в ДДС экстренного реагирования.

При таком способе информирования водитель передает в ДДС всю необходимую информацию для принятия управленческих решений по ликвидации последствий аварии. Данный способ информирования ничем не отличается от первого способа с точки зрения получения всей необходимой информации. Отличие заключается лишь в отсутствии системы «ЭРА-ГЛОНАСС», как посредника передачи первичной информации между водителем и ДДС экстренного реагирования. Однако с отсутствием устройства «ЭРА-ГЛОНАСС» повышается риск задержки информирования по причине того, что водитель может оказаться в зоне отсутствия покрытия сотовой связи. Устройство системы «ЭРА-ГЛОНАСС» снижает такие риски, поскольку передача информации идет по мобильной связи единого виртуального оператора сотовой связи (MVNO), который базируется на всех существующих сотовых сетях действующих операторов сотовой связи.

Описанные первые два сценария благоприятны с точки зрения оперативности информирования. Однако, если водитель и члены экипажа не в состоянии сообщить об инциденте, то возникает опасная ситуация с задержкой информирования и с проблемой получения всей необходимой информации. Такая ситуация происходит достаточно часто. Так, например, при авариях, связанных с перевозкой легко воспламеняющихся жидкостей на автомобильном транспорте, более 83% всех случаев было со смертельным исходом для водителей [21].

На рисунке 1.15 представлена схема информирования при наиболее неблагоприятном сценарии возникновения и развития аварийной ситуации.

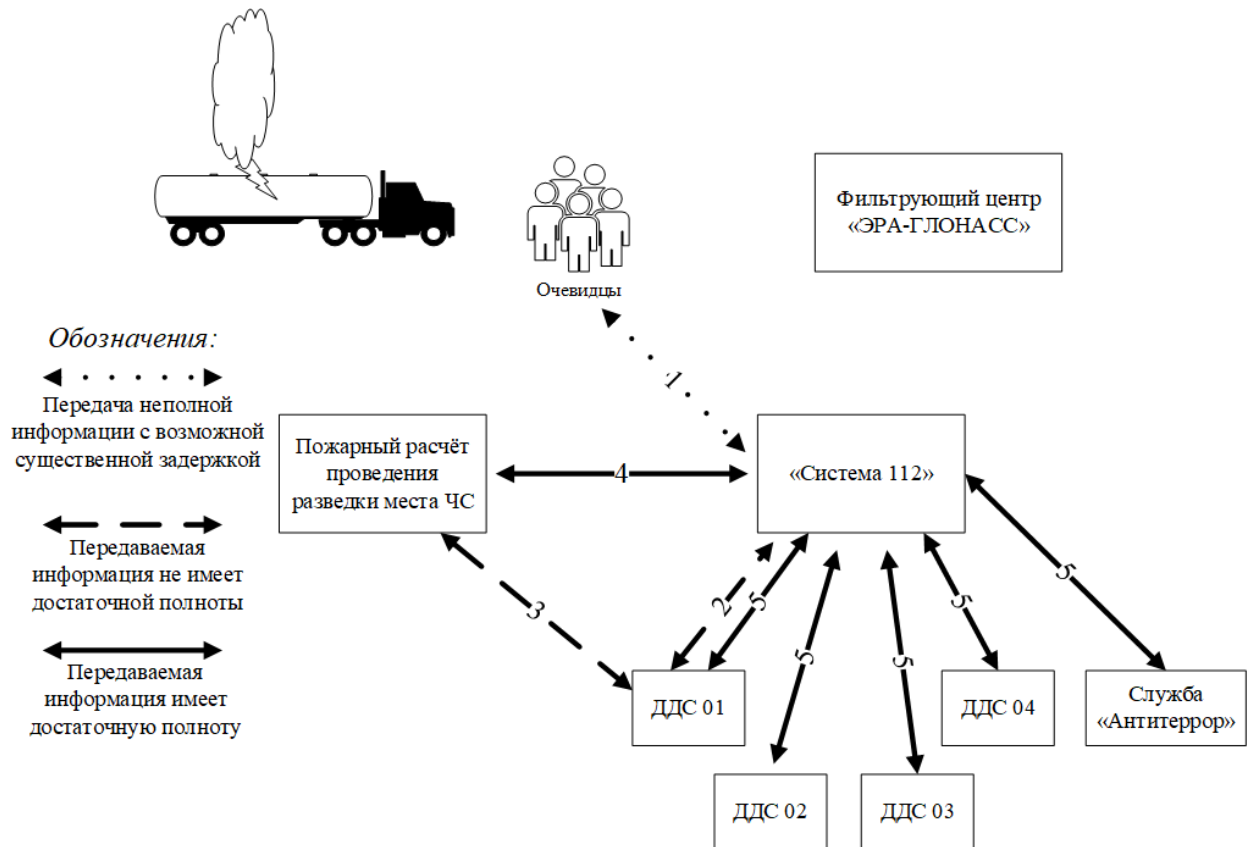


Рисунок 1.15 – Схема информирования об инциденте без содействия водителя

Пояснения к рисунку 1.15

Линия 1 – Информирование очевидцами об инциденте по доступным каналам связи.

Линия 2 – Передача унифицированной карточки информационного обмена в ДДС 01.

Линия 3 – Отдача распоряжения пожарным расчетам на осуществление мероприятий по разведке места аварии.

Линия 4 – Передача всей необходимой информации с места аварии в «Систему 112».

Линия 5 – Передача унифицированной карточки информационного обмена, содержащей всю необходимую информацию для принятия управленческих решений.

В таком сценарии информирование оператора ДДС или «Системы-112» производят очевидцы. При этом время поступления сообщения об аварии от момента её возникновения лежит в широком диапазоне и зависит от места происшествия. Среднее время информирования очевидцами о ДТП представлено на рисунке 1.16. В городах оно от 20 минут до 1 часа (для Москвы эти сроки значительно меньше – до 20 минут). В сельской местности и вне населенных пунктов время прохождения информации о чрезвычайном происшествии значительно больше – от 1,5 часов и более [38].

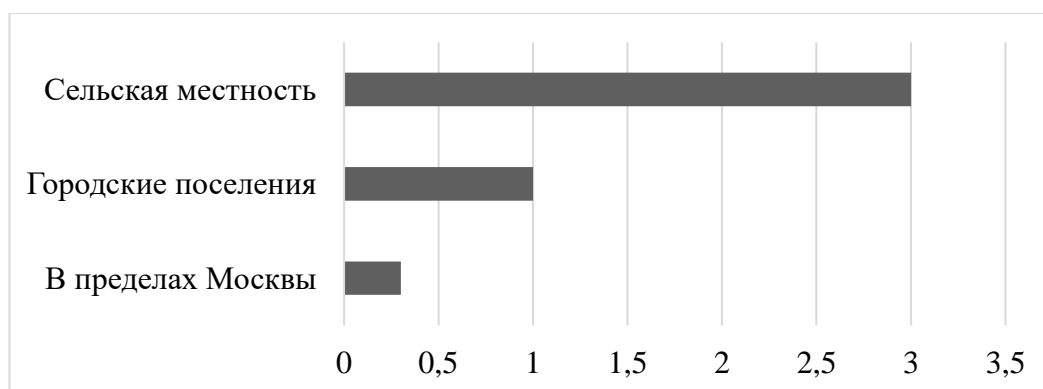


Рисунок 1.16 – Среднее время прохождения сообщения о дорожно-транспортном происшествии, час

Помимо возможной существенной задержки передачи сообщения об аварии с момента её возникновения существует проблема получения всей необходимой информации об инциденте, прежде всего – о наименовании и количестве перевозимого опасного груза. Диспетчер «Системы-112» чаще всего может получить от очевидцев следующую первичную информацию:

1. Место происшествия.
2. Марка грузового автомобиля.
3. Тип транспортного средства (прицеп/цистерна).

4. Аварийная обстановка (наблюдается ли пожар, есть ли пролив или выброс опасного вещества).

Такая информация может быть неточной. Более важная информация, такая как тип опасного вещества и его масса, не может быть определена очевидцами. Поэтому в такой ситуации диспетчер «Системы-112», заполнив унифицированную карточку информационного обмена первичной информацией, передает её в ДДС пожарной службы и отдает распоряжения на проведение разведывательных мероприятий для уточнения аварийной обстановки.

Пожарный расчет, прибыв на место аварии, уточняет аварийную обстановку, идентифицирует опасное вещество, определяет максимально возможное его количество и передает всю необходимую информацию в диспетчерские службы. После этого начинаются полноценное реагирование экстренных служб на ЧС и последующая её ликвидация.

Описанный сценарий показывает возможную существенную задержку информирования об аварии и наличие проблемы получения всей необходимой первичной информации.

1.5. Выводы по первой главе

1. Рост производства автомобилей высокой грузоподъемности и совершенствование транспортной инфраструктуры страны привели к увеличению объема грузоперевозок автомобильным транспортом, в том числе опасных грузов. Международным договором о перевозке опасных грузов определен перечень опасных грузов, разрешенных к перевозке автомобильным транспортом. Автомобильные перевозки отличаются более широкой, по сравнению с другими видами грузового транспорта,

номенклатурой опасных грузов, разрешённых к перевозке. Выделено 9 классов опасности грузов. Каждый класс обладает определенными физико-химическими свойствами, которые предъявляют соответствующие требования к безопасности транспортировки с учётом того уровня вреда, который могут нанести эти вещества.

2. Основными причинами автомобильных аварий являются: человеческий фактор (85,2%), техническая неисправность (5,3%), транспортная инфраструктура (5,1%), погодные условия (4,4%). Видами автомобильных аварий являются: столкновение, опрокидывание, наезд на стоящее транспортное средство, наезд на препятствие. Дорожно-транспортное происшествие с опасным грузом относится к особому виду. Любой факт аварии на автомобильном транспорте, перевозящем опасные грузы, требует незамедлительного информирования дежурных диспетчерских служб, так как является источником возможной техногенной чрезвычайной ситуации.

3. По состоянию на 2018 год официальная статистика по всем инцидентам, связанным с автомобильными перевозками опасных грузов в Российской Федерации, не ведётся, что противоречит уставу международного документа ДОПОГ, в котором предписывается сбор отчётов о всех инцидентах при перевозке опасных грузов автомобильным транспортом.

По собранным статистическим данным установлено, что:

- автомобильный транспорт является лидером по объёму грузовых перевозок как в России, так и за рубежом;
- в Российской Федерации доля опасного груза составляет около 3 % из всего перевозимого груза автомобильным транспортом;
- основную долю опасного груза при авариях составляют: горючие и легковоспламеняющиеся жидкости – 77% всех аварий; аварийно химически опасные вещества и сжиженные углеводороды – 20% и 3% соответственно.

4. Проведен обзор современной системы обеспечения безопасности автомобильных перевозок опасных грузов. В настоящее время в системе

расширяется связь между несколькими органами исполнительной власти в целях повышения уровня обеспечения безопасности путем внедрения современных спутниковых и информационных технологий: «Система-112» (МЧС России) и «ЭРА-ГЛОНАСС» (Минтранс России). Министерством транспорта РФ и МЧС России определены форма и порядок взаимодействия между данными системами. При анализе существующей ситуации были выявлены недостатки систем при возникновении аварии на автомобильном транспорте с опасным грузом.

5. Анализ возможных путей информирования об инциденте при автомобильной транспортировке опасных грузов показал, что источниками оповещения могут быть: водитель при использовании устройства экстренного вызова системы «ЭРА-ГЛОНАСС»; водитель при использовании средств мобильной связи; очевидцы дорожно-транспортного происшествия. При передаче сообщения от водителя к лицу, принимающему решения по организации ликвидации последствий аварии с опасным грузом, будет передана вся необходимая информация: характер аварии, наименование и количество груза, время и место происшествия. Однако, как показывает статистика, более чем в 80% аварий с опасным грузом водители погибают. Очевидцы, сообщаящие об аварии в «Систему-112», не могут определить полную характеристику опасного груза. Неполнота информации усложняет задачу принятия управленческих решений по ликвидации последствий аварии. Задержка оповещения об аварии, осуществляемого очевидцами, зависит от места аварии и колеблется в пределах от 20 минут (в г. Москве) до 3 часов (в сельской местности). Задержка оповещения об аварии существенно снижает возможности оперативного реагирования экстренных служб.

6. Показана необходимость совершенствования системы обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов и системы информирования об инцидентах при перевозке опасных грузов. Для реализации поставленной цели определены следующие задачи:

- создание современных средств, обеспечивающих своевременное оповещение об инциденте при автомобильной транспортировке опасных грузов в автоматическом режиме;
- внедрение современных технологий управления силами и средствами аварийно-спасательных служб при возникновении инцидентов при автомобильной транспортировке опасных грузов;
- разработка моделей и алгоритмов управления в системе обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов при внедрении новых технологий.

ГЛАВА 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Во второй главе построены функциональные модели управления организацией автомобильной транспортировки опасных грузов и оперативного реагирования экстренных служб при аварии и проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ. Анализ особенностей функционирования существующей системы управления транспортной логистикой опасных грузов показывает ее несоответствие установленным в настоящее время требованиям обеспечения устойчивой и непрерывной связи со службами экстренного реагирования.

2.1. Методы формализации управления в системе обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов

2.1.1. Анализ особенностей функционирования системы обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов

Для поиска путей повышения уровня безопасности перевозки опасных грузов, а также минимизации масштаба последствий в случае возникновения аварии необходимо провести анализ функционирования системы транспортной логистики и системы экстренного реагирования. Такой анализ проводится на основе функциональных моделей, реализуемых посредством

стандарта IDEF0, представляющего собой методологию, применяемую для формализации и описания бизнес-процессов [39 – 41].

На рисунке 2.1 представлена функциональная модель организации автомобильной перевозки опасных грузов. **Функция** данной модели – блок «Перевозить опасный груз автомобильным транспортом». Управляющие элементы (для управления функцией) - заказ на перевозку опасного груза и сам груз на транспортировку;



Рисунок 2.1 – Функциональная модель процесса управления при организации автомобильной перевозки опасного груза

Участники управления данной функцией:

- грузоперевозчик;
- грузовладелец;
- диспетчерские организации;
- уполномоченные органы контроля грузоперевозок.

Документы, регулирующие организацию автомобильной перевозки опасного груза:

- правила дорожного движения;
- ДОПОГ;
- специальное разрешение на перевозку опасного груза;
- нормативная правовая база в сфере грузоперевозок.

Организация автомобильной перевозки опасного груза включает 5 основных этапов (рисунок 2.2):

1. Подготовка к транспортировке.
2. Разработка и согласование маршрута перевозки.
3. Сбор и оформление сопроводительной документации.
4. Дополнительные действия: страхование груза, организация сопровождения и др.
5. Доставка груза.

Необходимо отметить, что основной объём работ и мероприятий, составляющих содержание этапов 1 и 2, выполняется до и во время получения специального разрешения на перевозку груза повышенной опасности. Эти мероприятия включают [42]:

- выбор транспортного средства и его переоборудование для перевозки опасного груза, оснащение АСН ГЛОНАСС/GPS, установку маркировочного табло;
- специальную подготовку (обучение) водителя в течение одного месяца и сдачу экзамена на право перевозки опасного груза.

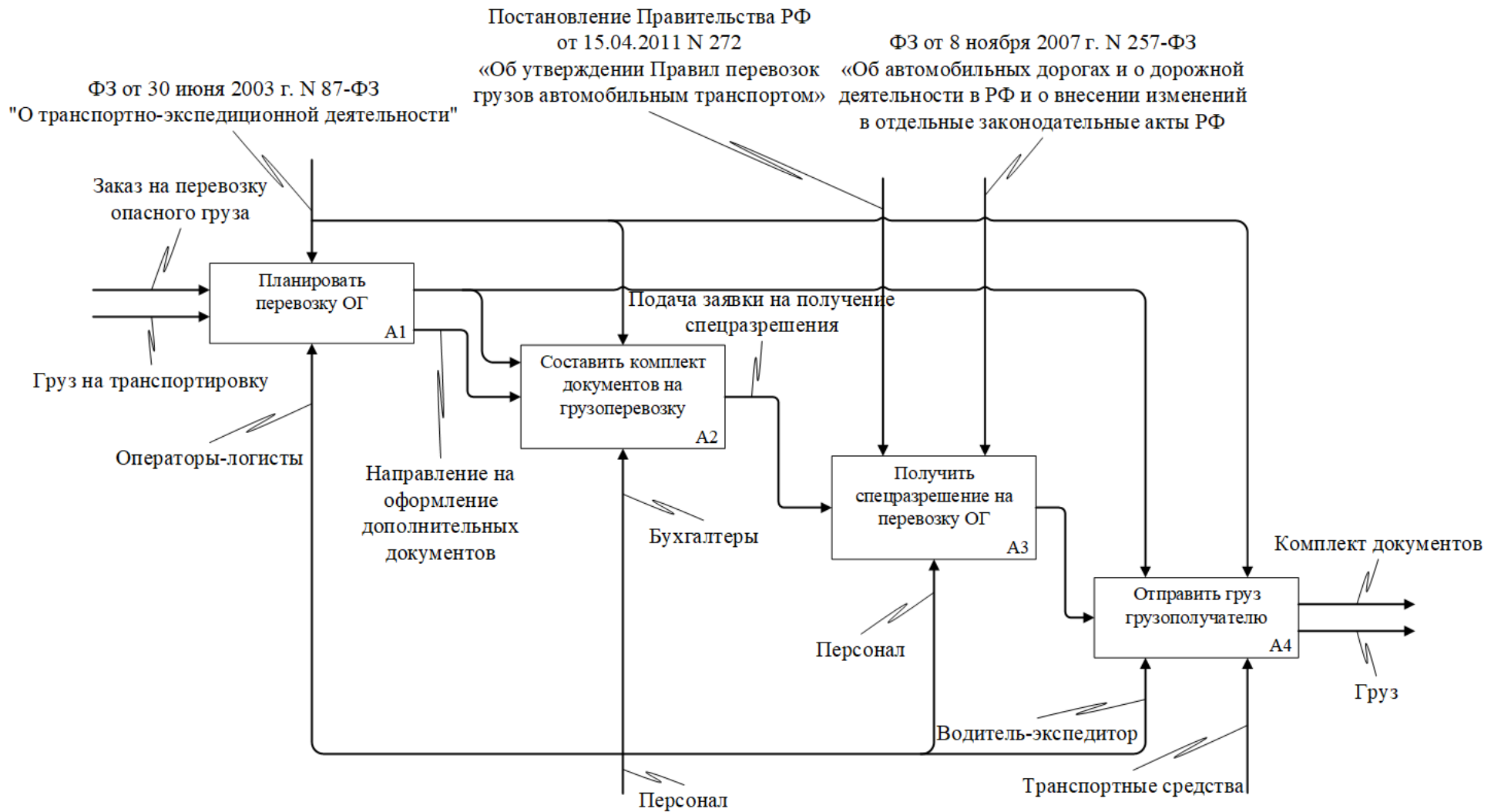


Рисунок 2.2 – Декомпозиция базовой функциональной модели

Согласование маршрута перевозки – получение в Управлении Государственного автомобильного дорожного надзора (УГАДН) по месту регистрации перевозчика специального разрешения на перевозку по маршруту. УГАДН согласовывает маршрут следования с каждым собственником дорог. Спецразрешение на маршрут делается ориентировочно в течение 30 дней. Действует этот документ в течение года и выдается на конкретный груз и конкретный автомобиль.

В ходе последующих перевозок опасных грузов сведения, полученные на этих этапах, отражаются в части, касающейся сопроводительной документации.

Информация, содержащаяся в сопроводительной документации, подготавливаемой на третьем этапе «Сбор и оформление сопроводительной документации», – тип вещества и его количество, является крайне важной для информирования лица, принимающего решение по организации ликвидации последствий ДТП с опасным грузом.

Этапы 4 и 5 относятся собственно к процессу перевозки опасного груза, определению мер ответственности в случае аварии между поставщиком, получателем и перевозчиком груза, а также организации доставки груза к месту назначения.

На рисунке 2.3 представлена функциональная модель, описывающая последовательность процессов при управлении ликвидацией последствий аварии. В данной схеме определены основные этапы проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) при автомобильной аварии с опасным грузом: оповещение об аварии, формирование управленческого решения (содержит сбор оперативной информации) и ликвидация последствий чрезвычайной ситуации.

Известны и были рассмотрены в разделе 1.4 три возможных пути оповещения (информирования) о ДТП с опасным грузом. В двух случаях оповещение осуществляет водитель грузового автомобиля, в третьем случае – очевидец.

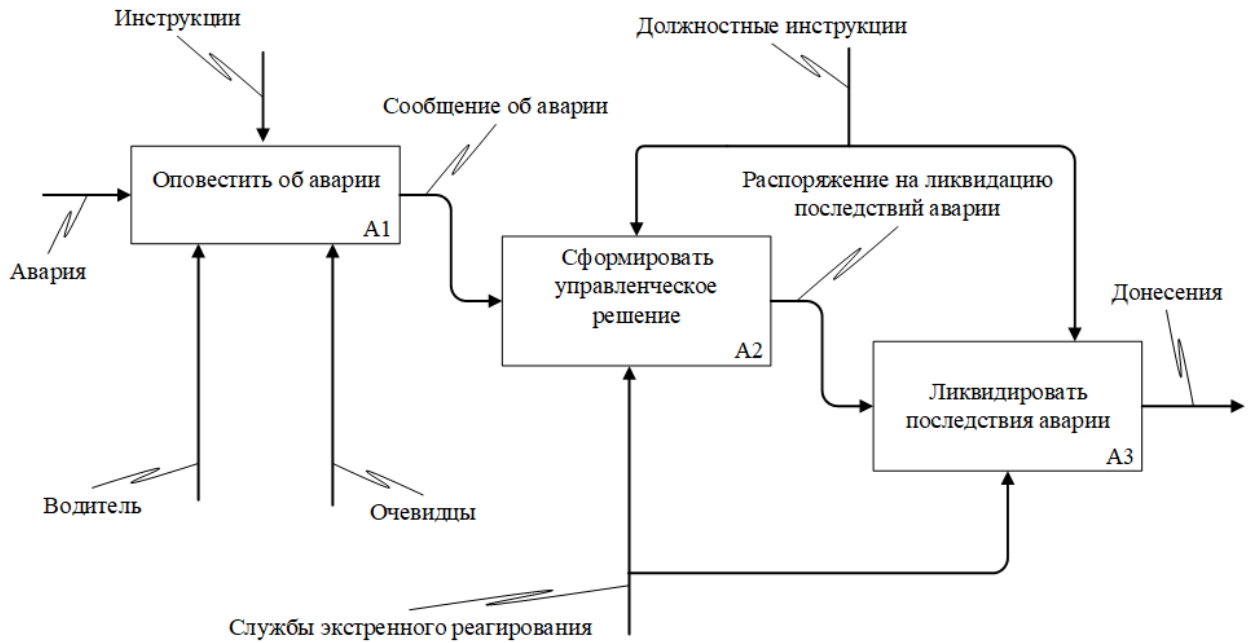


Рисунок 2.3 – Функциональная модель реагирования и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ

Наибольший интерес представляют этапы, связанные с оповещением об инциденте, а также с формированием управленческого решения по реагированию на выявленный инцидент.

Данные этапы в виде функциональных моделей представлены на рисунках 2.4 и 2.5.

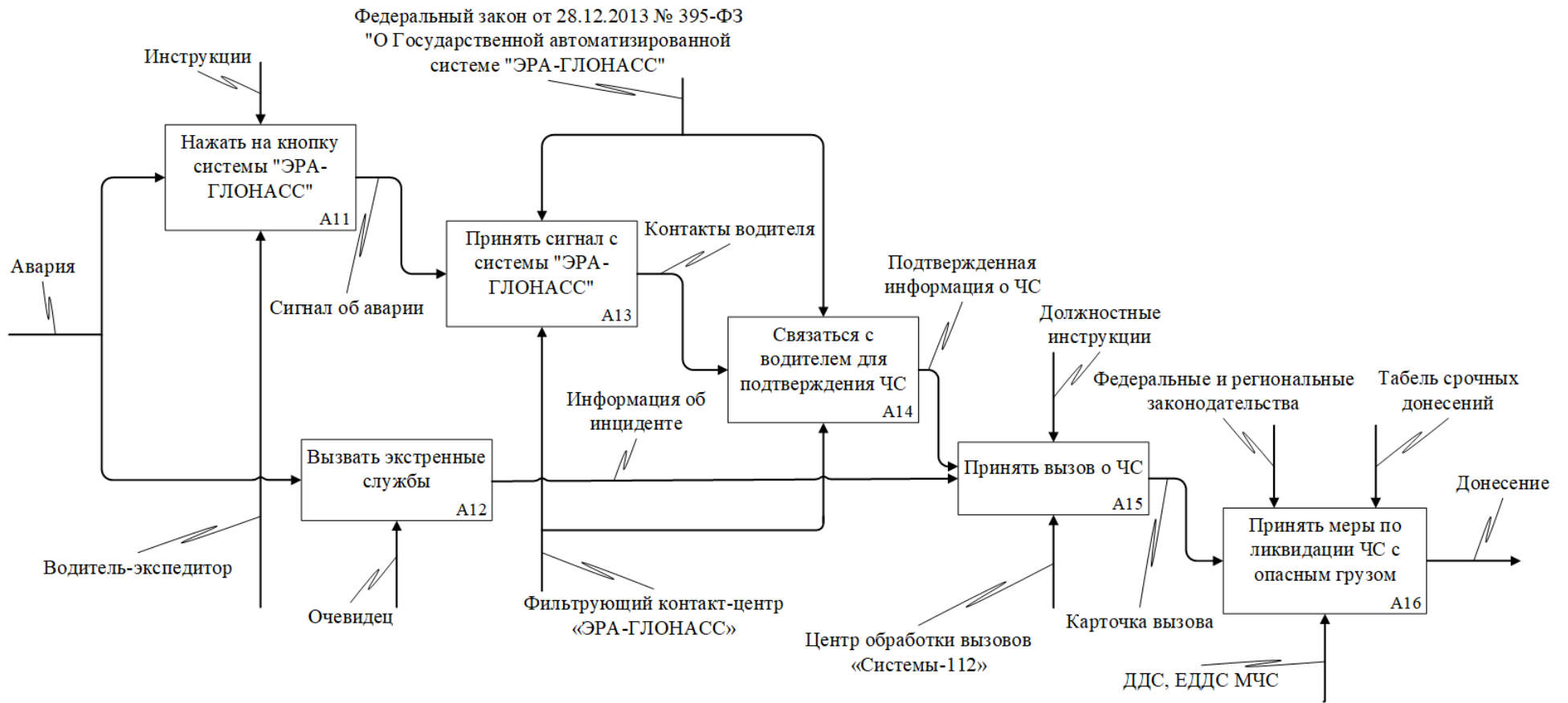


Рисунок 2.4 – Функциональная модель процесса оповещения об автомобильной аварии с опасным грузом

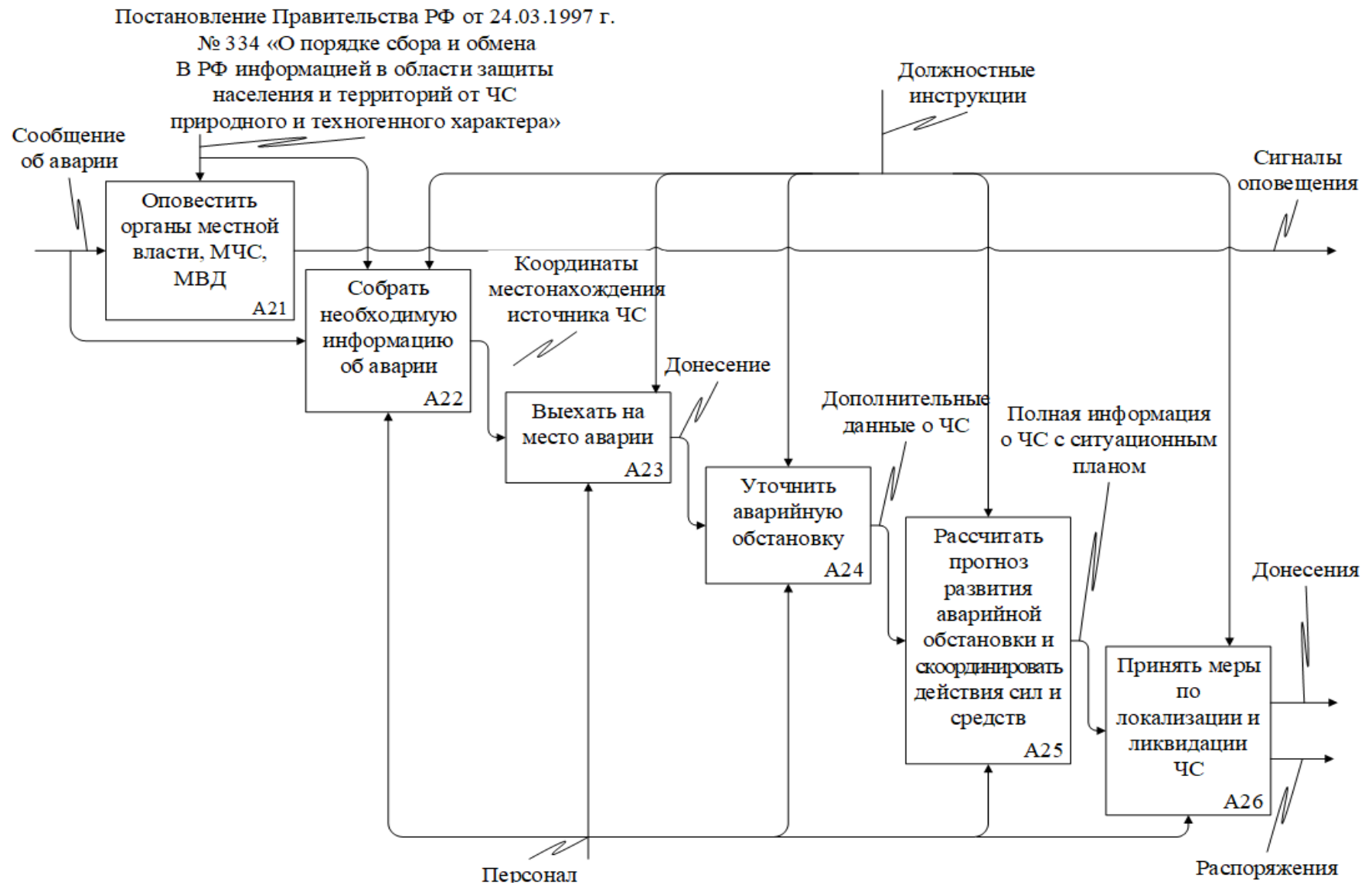


Рисунок 2.5 – Функциональная модель формирования управленческого решения на проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ

По результатам анализа построенных схем установлено, что в транспортной логистике отсутствует устойчивая связь с системой экстренного реагирования для информирования об инциденте на автомобильном транспорте с опасным грузом.

2.1.2. Информационно-аналитическая система поддержки управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов

Для обеспечения устойчивой связи с системой экстренного реагирования в целях информирования об инцидентах на автомобильном транспорте с опасным грузом предлагается:

- внедрение в транспортную логистику системы непрерывного информационного обмена;
- оснащение автомобильного транспорта техническими средствами автоматической идентификации инцидентов при транспортировке ОГ;
- проведение дополнительных организационных мероприятий с водителями и должностными лицами, ответственными за организацию перевозки ОГ;
- обеспечение экстренных служб программными средствами поддержки ЛПР по управлению профилактической деятельностью, реагированием и ликвидацией последствий аварий.

Автором показана необходимость создания для реализации вышеописанных мероприятий информационно-аналитической системы (ИАС) поддержки управления безопасностью, которая включает в себя (рисунок 2.6):

- подсистему управления рисками;
- подсистему управления реагированием.

Каждая подсистема включает в себя функциональные подсистемы, реализованные в виде баз данных, программного обеспечения и аппаратной части. Совокупность всех функциональных подсистем реализована в разработанном автором программно-аппаратном комплексе (ПАК).

Подсистема управления рисками выполняет функцию прогнозирования рисков транспортировки ОГ в реальном масштабе времени. За счёт прогнозирования рисков ЛПР определяет время установления и отмены режима повышенной готовности сил и средств экстренных служб и подготавливает соответствующие распоряжения службам экстренного реагирования.



Рисунок 2.6 – Функциональная структура информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов

В подсистему управления рисками включены следующие составляющие:

1. Подсистема сбора сведений о перевозимых опасных грузах обеспечивает связь между транспортной логистикой и автоматизированной

информационно-управляющей системой РСЧС, а также сбор и хранение сведений о перевозимых опасных грузах и маршрутах перевозки.

Реализация информационного обмена между системами транспортной логистики и автоматизированной информационно-управляющей системой РСЧС осуществляется за счёт:

- документационного обеспечения управления (ДОУ), являющегося важнейшей обслуживающей функцией управления [43];

- обеспечения электронного документооборота (СЭД) [44].

Использование СЭД обеспечивает поддержку совместной работы, что в свою очередь позволяет проводить совместную работу сотрудников и организаций, даже если они разделены территориально, с сохранением результатов этой работы [45].

2. Подсистема сбора и анализа данных мониторинга осуществляет сбор мониторинговой информации о перевозимых опасных грузах (географические координаты местонахождения транспорта, средняя скорость движения). Данная система анализирует поступающую информацию и осуществляет прогноз передвижения объектов по установленному маршруту.

3. Подсистема прогнозирования рисков анализирует всю получаемую информацию и проводит прогнозирование рисков, связанных с перевозкой опасных грузов.

4. Подсистема установки степени готовности сил и средств экстренных служб отображает результаты прогнозирования рисков на картах ГИС, в таблицах и диаграммах. ЛПР на основе полученной информации формирует управленческие решения по установке степени готовности сил и средств экстренных служб.

Подсистема управления реагированием на автомобильные аварии с опасным грузом обеспечивает поддержку принятия управленческих решений ЛПР экстренных служб при возникновении аварийного инцидента на автомобильном транспорте с опасным грузом.

2.1.3. Функциональные модели процессов управления в системе обеспечения безопасности перевозки опасных грузов при совершенствовании методов и способов получения обработки информации

В нормативных документах ГОСТ Р 54728-2011 «Глобальная навигационная спутниковая система. Системы информационного сопровождения и мониторинга региональных автомобильных перевозок опасных грузов. Требования к архитектуре, функциям и решаемым задачам» описаны принципы информационного взаимодействия между автотранспортными предприятиями и контролирующими организациями. Однако в данных документах не рассматриваются механизмы информирования об инцидентах в автоматическом режиме и принципы информационно-аналитической поддержки управления по реагированию на инциденты при автомобильной транспортировке опасных грузов.

Предлагаемая система информационного обмена должна обеспечить передачу сведений о перевозимом опасном грузе от транспортной логистики к диспетчерским службам экстренного реагирования. Данные сведения должны храниться в базах данных информационной инфраструктуры системы «ЭРА-ГЛОНАСС» до тех пор, пока не поступит сообщение о доставке опасного груза в пункт назначения.

Организовать передачу сведений о перевозимом грузе должно лицо, ответственное за организацию перевозки опасных грузов (оператор-логист). На этапе подготовки к транспортировке опасного груза оператор-логист после оформления сопроводительной документации посредством интернет-портала передает необходимые сведения об опасном грузе в систему «ЭРА-ГЛОНАСС». Ниже представлен список документов и сведений, которые необходимо передавать в систему «ЭРА-ГЛОНАСС» перед каждой транспортировкой опасного груза:

1. Транспортная накладная:
 - 1.1. п. 3 «Наименование груза»;
 - 1.2. п. 10 «Перевозчик» (ФИО водителя и данные о средствах связи, ФИО и контакты уполномоченного лица транспортной компании);
 - 1.3. п. 11 «Транспортное средство»;
 - 1.4. п. 13 «Прочие условия» (номер, дата и срок действия специального разрешения, установленный маршрут перевозки опасного груза, режим труда и отдыха водителя в пути следования);
 - 1.5. п. 14 «Переадресовка».
2. Путевой лист: раздел «Работа водителя и автомобиля» и раздел «Задание водителю».

Дополнительно могут быть переданы сведения об идентификационном номере опасности и маршруте перевозки в случае транспортировки груза повышенной опасности. Все вносимые сведения привязываются к уникальному идентификатору транспортного средства для его идентификации.

Перед каждой транспортировкой опасного груза водитель с помощью бортового компьютера на автотранспорте должен оповестить о начале транспортировки. При доставке опасного груза к месту назначения водитель также должен оповестить о доставке грузе с помощью бортового компьютера.

При внедрении предлагаемых мер водителям и персоналу транспортных компаний (диспетчеру), осуществляющим перевозку опасных грузов на автомобильном транспорте, необходимо выполнять следующие требования:

Водитель:

- прохождение инструктажа по использованию аппаратной части ПАК ИАС;
- проверка работоспособности системы датчиков автоматической идентификации факта аварии;
- включение извещения о начале перевозки опасного груза;

– извещение о доставке груза к месту назначения.

Диспетчер транспортной компании:

– прохождение инструктажа по пользованию программного обеспечения ПАК ИАС;

– заполнение базы данных ПАК ИАС информацией о перевозимом опасном грузе;

– уточнение времени доставки ОГ к месту назначения при отклонении от графика перевозки, установленного в путевом листе.

В случае возникновения автомобильной аварии с опасным грузом в автоматическом режиме от транспортного средства в систему «ЭРА-ГЛОНАСС» должно быть передано сообщение об аварии, которое содержит следующие сведения: время возникновения аварии, географические координаты места происшествия и уникальный идентификатор АСН. По поступившему уникальному идентификатору из базы данных информационной инфраструктуры «ЭРА-ГЛОНАСС» должны быть получены последние введенные сведения о перевозимом опасном грузе. Вся полученная информация должна быть отображена на мониторе диспетчера системы «ЭРА-ГЛОНАСС».

Для информирования в автоматическом режиме об автомобильной аварии, помимо оснащения АСН, автомобиль должен быть оборудован датчиками автоматической идентификации факта аварии. Перед началом транспортировки опасного груза водитель проверяет показания датчиков на мониторе бортового компьютера и информирует диспетчерские службы о начале перевозки опасного груза. В случае, если какой-либо датчик оказался в нерабочем состоянии, водитель должен проинформировать об этом специалиста-консультанта по безопасности. На рисунке 2.7 представлена измененная функциональная модель организации перевозки опасных грузов с учетом предлагаемых мер по повышению безопасности транспортировки опасных грузов.

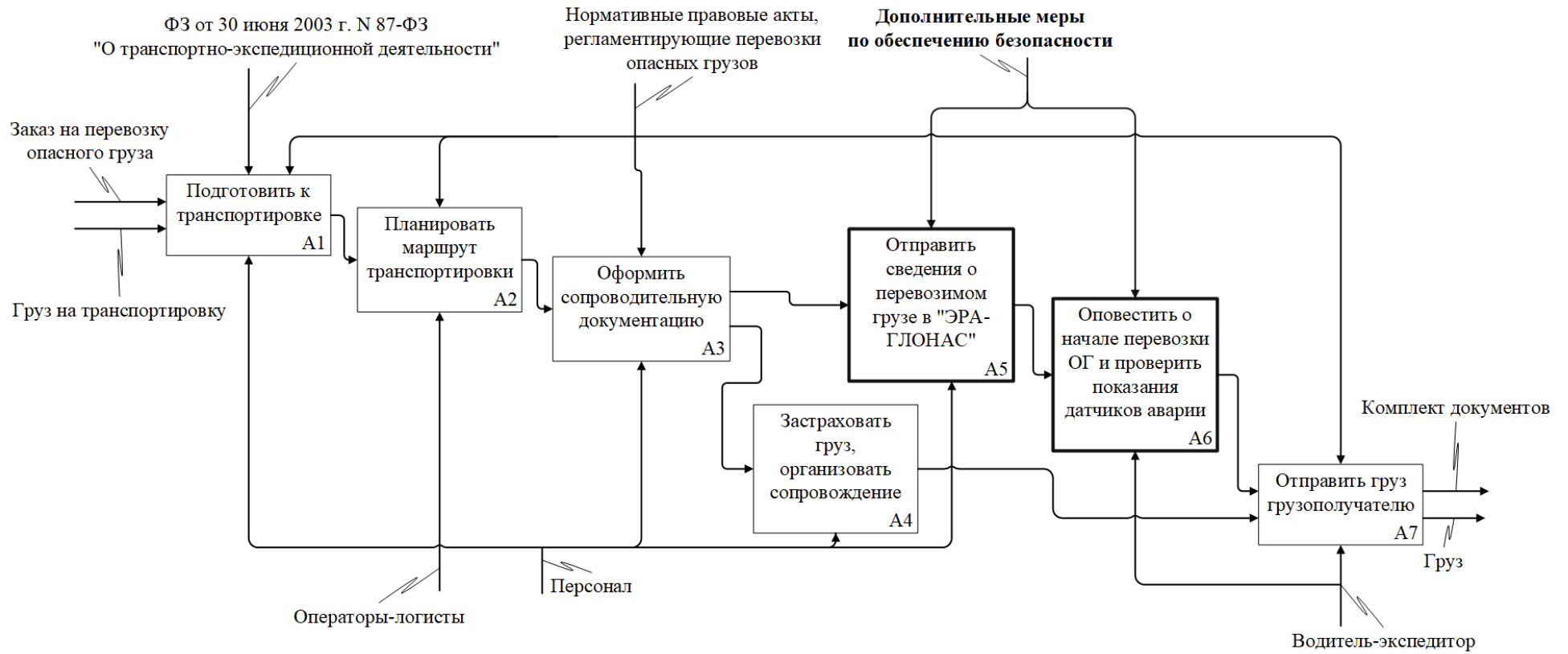


Рисунок 2.7 – Реинжиниринг процессов управления транспортировки опасных грузов с предлагаемыми дополнительными мерами обеспечения безопасности (функциональная модель IDEF0)

С учетом предложенных мер, а также реализации в автоматическом режиме информирования о факте аварии на автомобильном транспорте в функциональные модели (рисунки 2.4 и 2.5) вносятся изменения.

В функциональной модели процесса оповещения об аварии (рисунок 2.8) за счет реализации информирования об инцидентах в автоматическом режиме изменились функциональные блоки источников данного оповещения.

Наибольшие изменения внесены в функциональную модель формирования управленческого решения (рисунок 2.9) за счет предлагаемого автором ИАС, рассматриваемого в дальнейших главах работы. При применении ИАС лицу, принимающему решения, предоставляется вся необходимая информация об аварии (информация о ТС, грузе, количестве груза, контактах водителя, месте происшествия, прогнозе возможных последствий, ситуационном плане на карте ГИС и др.).

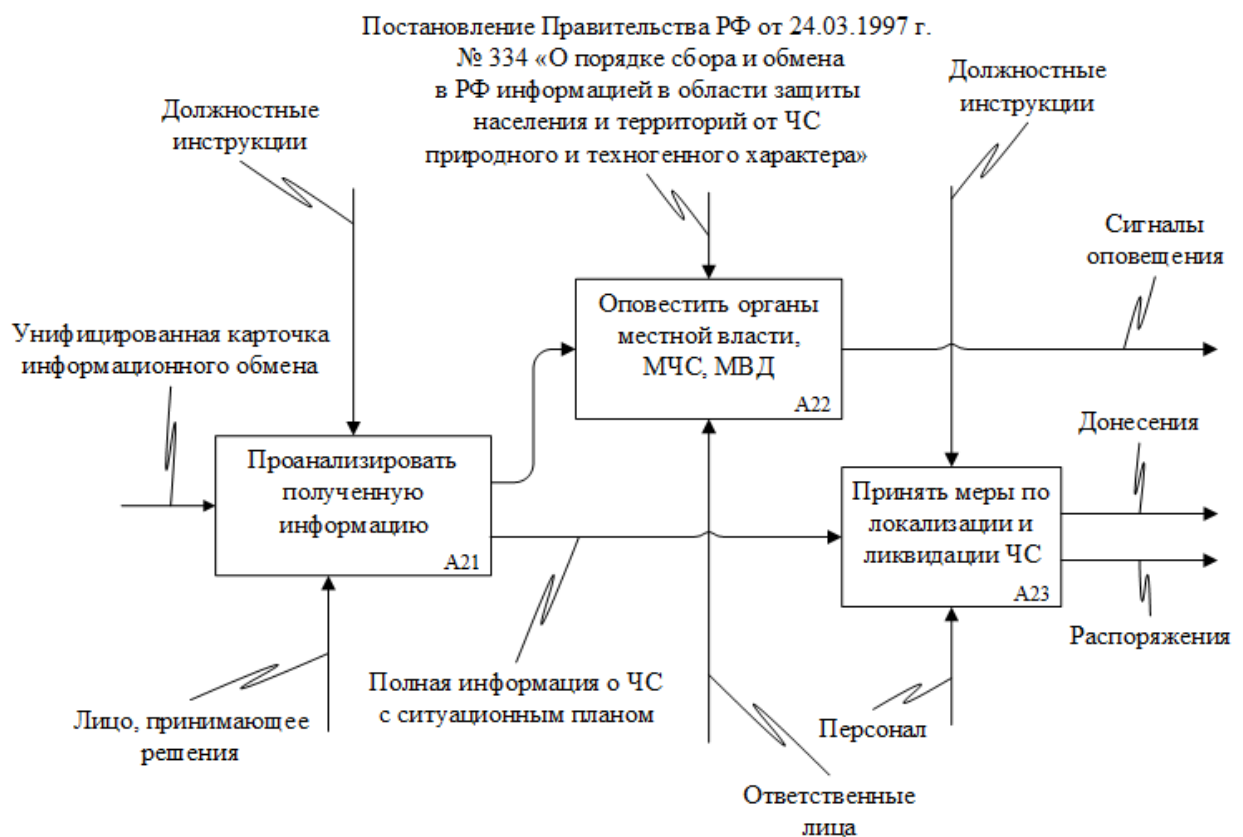


Рисунок 2.8 – Функциональная модель формирования управленческого решения на проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ при применении новых информационных технологий

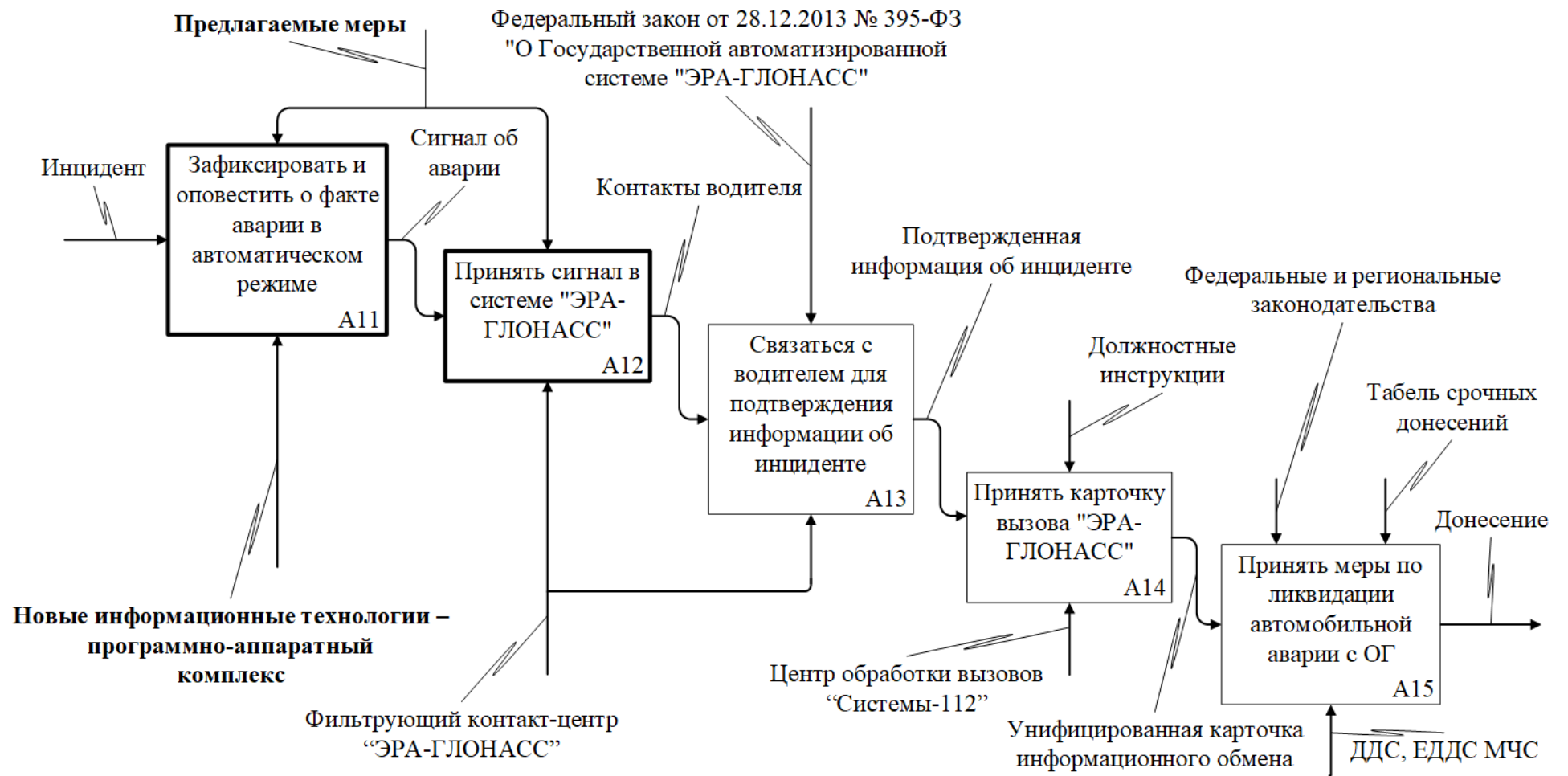


Рисунок 2.9 – Информирование об инциденте на автомобильном транспорте с опасным грузом с учетом предлагаемых изменений (функциональная модель IDEF0)

2.2. Математическое моделирование функционирования системы идентификации инцидентов на транспортном средстве с опасным грузом

2.2.1. Моделирование инцидентов на транспортном средстве с опасным грузом

При моделировании инцидентов на транспортном средстве с опасным грузом необходимо провести анализ всех возможных сценариев возникновения и развития чрезвычайных ситуаций.

Иницирующими событиями чрезвычайных ситуаций, связанных с грузовым автомобилем, перевозящим опасный груз, могут быть:

- ДТП: столкновение транспортных средств, опрокидывание, наезд на препятствие;
- пожар;
- разгерметизация емкости с выбросом опасного вещества.

При ДТП на ТС воздействует удар и/или опрокидывание. При столкновении (лобовое, боковое, касательное) и наезде на препятствие или стоящее транспортное средство механическое воздействие на автомобиль (цистерну с опасным грузом) представляет собой удар, для фиксации которого необходим *датчик удара* [46]. В результате удара может возникнуть механическое повреждение конструкции шасси или цистерны. Возможны следующие исходы удара:

- автомобиль сохранил исходное положение;
- опрокидывание автомобиля или цистерны;
- разгерметизация цистерны с опасным грузом;
- взрыв;
- возгорание автомобиля с последующим пожаром.

При опрокидывании в результате бокового удара, потери управления или технической неисправности изменяется исходное положение – транспортное средство заваливается на бок или переворачивается. Для фиксации опрокидывания необходим *датчик положения (опрокидывания)*. Следует отметить, что при любом опрокидывании автомобиля обязательно возникает удар о грунт (подстилающую поверхность). При опрокидывании возможны следующие исходы:

- целостность цистерны не нарушена;
- произошла разгерметизация цистерны;
- пожар на автомобиле;
- взрыв.

В летнее время при опрокидывании цистерны происходит нагрев корпуса и вещества, находящегося внутри цистерны, в результате чего повышается парообразование (вскипание). Резкое увеличение давления внутри цистерны может привести к разрушению корпуса и выходу опасного вещества в окружающее пространство, его активному испарению, образованию топливовоздушной смеси с последующим воспламенением и возникновением пожара или взрыва.

При пожарах, как правило, происходит нагрев цистерны с последующим повышением давления газа, что приводит к взрыву или воспламенению.

По причине технической неисправности механизмов транспортного средства могут произойти потеря управляемости и возникновение дорожно-транспортного происшествия. Дополнительной причиной автомобильной аварии может послужить естественный износ деталей и механизмов.

Кроме воздействий, обусловленных дорожно-транспортным происшествием, возможны следующие ситуации, приводящие к возникновению ЧС на автотранспорте:

- возгорание автомобиля во время движения – требуется *датчик температуры*. Пожар на автомобиле является одним из самых

распространенных (около 10%) пожаров в мире [46, 47]. Возгорание автомобиля возможно по следующим причинам [48]: ДТП, короткое замыкание в электропроводке, возгорание легковоспламеняющихся веществ при перевозке и др.

– разгерметизация цистерны – необходим *датчик давления (датчик уровня жидкости)*. Поскольку более 90% опасного груза перевозится в автомобильных цистернах, данный датчик является очень важным с точки зрения обеспечения автоматического оповещения об аварии [49].

Нарушение техники безопасности может также привести к возникновению инцидента. Например, нарушение правил пожарной безопасности при наливке, сливе и транспортировке нефтепродуктов может послужить причиной возникновения пожара на ТС.

Итак, по результатам вышеприведённого анализа для идентификации любого факта аварии на автомобильном транспорте должно быть установлено 4 датчика:

- датчик удара;
- датчик положения;
- датчик давления/уровня жидкости;
- датчик температуры.

Размещение всех датчиков должно быть таким образом, чтобы обеспечить минимум влияния электромагнитных помех и кузовных элементов при их деформации в момент аварии. Также должна быть обеспечена дополнительная защита от внешних воздействий при аварии. Такая защита обеспечивается установкой защитных кожухов поверх датчиков [50].

Стандартная АСН ГЛОНАСС/GPS имеет ограниченное число портов для подключения датчиков, поэтому для подключения к ней нескольких датчиков давления используется специальный контроллер.

Необходимо отметить крайнюю важность обеспечения надежности работы датчиков, поскольку они являются начальным звеном в системе

автоматического оповещения о факте аварии. Поэтому устанавливаемые датчики должны соответствовать общим требованиям надежности [51, 52].

Все датчики устанавливаются как дополнительное оборудование и подсоединяются кабелем к навигационному приёмнику ГЛОНАСС, который передает пакеты данных, содержащие, помимо информации о местоположении объекта, информацию о показаниях датчиков.

Датчики относятся к изделиям конкретного назначения (ИКН) вида I, невосстанавливаемым, неремонтируемым и необслуживаемым ИКН непрерывного длительного или многократного циклического применения; средняя наработка на отказ – не менее 3000 часов, что соответствует пробегу автомобиля 150 000 км в течение 10 лет; сроки гарантийных периодов – не менее 3 лет (до десяти лет), долговечность – 10 лет [53].

Положим вероятность безотказной работы любого датчика: $p = 0,95$.

Тогда вероятность срабатывания одного датчика при наступлении соответствующего события: $p_1 = 0,95$.

При возникновении двух несовместных событий, соответствующих двум критическим состояниям, вероятность срабатывания определится по формуле:

$$p_2 = p_1 + p_2 - p_1 \cdot p_2 = 0,9875.$$

Аналогично, для трёх неблагоприятных событий вероятность срабатывания:

$$p_3 = p_1 + p_2 + p_3 - (p_1 \cdot p_2 + p_1 \cdot p_3 + p_2 \cdot p_3) + p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 = 0,999875.$$

Результаты расчетов вероятностей срабатываний при возникновении неблагоприятных событий показывают, что увеличение числа сработавших датчиков увеличивает вероятность выдачи сигнала об инциденте, что обусловлено эффектом синергизма.

2.2.2. Идентификация аварийных ситуаций на автотранспорте с опасным грузом с помощью системы датчиков

Рассмотрим все возможные варианты состояний ТС и ОГ, а также регистрацию этих состояний предлагаемой системой (набором) датчиков. Обозначим x_1 – датчик удара, x_2 – датчик положения (опрокидывания); x_3 – датчик давления (фиксирует разгерметизацию цистерны с СУГ или АХОВ); x_4 – датчик температуры. Каждому датчику из предлагаемого набора поставим в соответствие двоичную (булеву) функцию. В исходном состоянии датчика $x_i = 0$, при срабатывании датчика $x_i = 1$ [54]. Полный набор состояний системы, содержащий 4 датчика, включает 16 вариантов (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Возможные состояния системы датчиков при аварии

№№	Датчики				Комментарий
	x_4	x_3	x_2	x_1	
1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	Движение без аварии
2	0	0	0	1	Удар (столкновение, наезд на препятствие)
3	0	0	1	0	Опрокидывание
4	0	0	1	1	Опрокидывание после столкновения
5	0	1	0	0	Разгерметизация ёмкости
6	0	1	0	1	Удар и последующая разгерметизация
7	0	1	1	0	Опрокидывание и последующая разгерметизация
8	0	1	1	1	Удар, опрокидывание и разгерметизация
9	1	0	0	0	Пожар в кабине или моторном отсеке ТС
10	1	0	0	1	Удар и пожар (воспламенение ОГ)
11	1	0	1	0	Опрокидывание и пожар (воспламенение ОГ)
12	1	0	1	1	Удар, опрокидывание и пожар (воспламенение ОГ)
13	1	1	0	0	Разгерметизация и пожар (воспламенение ОГ)

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
14	1	1	0	1	Удар, разгерметизация, пожар (воспламенение ОГ)
15	1	1	1	0	Опрокидывание, разгерметизация, пожар (воспламенение ОГ)
16	1	1	1	1	Удар, опрокидывание, разгерметизация, пожар (воспламенение ОГ)

Выше отмечалось, что при опрокидывании автомобиля (цистерны) в случае аварии и последующем ударе о грунт наряду с датчиком положения обязательно срабатывает и датчик удара. Следовательно, в строках 3, 7, 11, 15 таблицы и в столбце x_1 необходимо записать 1 взамен 0. В силу отличия последовательности протекания процессов: удар с последующим опрокидыванием и опрокидывание автомобиля с последующим ударом, состояния $x_1 \wedge x_2$ и $x_2 \wedge x_1$ после срабатывания датчиков становятся неразличимы. В результате чего варианты набора состояний, отмеченных номерами 3, 7, 11, 15, становятся неразличимыми с состояниями 4, 8, 12, 16, соответственно (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Фрагмент таблицы «Возможные состояния датчиков при аварии» с учётом удара о грунт при опрокидывании

№№	Датчики				Комментарий
	x_4	x_3	x_2	x_1	
1	2	3	4	5	6
3	0	0	1	1	Опрокидывание, <i>произошёл удар</i>
4	0	0	1	1	Удар, опрокидывание после столкновения
7	0	1	1	1	Опрокидывание, <i>произошли удар и последующая разгерметизация</i>
8	0	1	1	1	Удар, опрокидывание и разгерметизация
11	1	0	1	1	Опрокидывание, <i>произошли удар и пожар (воспламенение ОГ)</i>

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
12	1	0	1	1	Удар, опрокидывание и пожар (воспламенение ОГ)
15	1	1	1	0	Опрокидывание, произошли удар, разгерметизация, пожар (воспламенение ОГ)
16	1	1	1	1	Удар, опрокидывание, разгерметизация, пожар (воспламенение ОГ)

Исходя из этого, объём таблицы 2.2 может быть сокращен после удаления строк 3, 7, 11, 15, неразличимых при срабатывании датчиков удара и опрокидывания (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Уточнённые (реальные) возможные состояния датчиков при аварии

№№	Датчики				Комментарий
	x_4	x_3	x_2	x_1	
1 (1)	0	0	0	0	Движение без аварии
2 (2)	0	0	0	1	Удар (столкновение)
3 (3,4)	0	0	1	1	Удар и опрокидывание
4 (5)	0	1	0	0	Разгерметизация ёмкости
5 (6)	0	1	0	1	Удар и последующая разгерметизация ёмкости
6 (7,8)	0	1	1	1	Удар, опрокидывание и разгерметизация ёмкости
7 (9)	1	0	0	0	Пожар в кабине или моторном отсеке ТС
8 (10)	1	0	0	1	Удар и пожар (воспламенение ОГ)
9 (11,12)	1	0	1	1	Удар, опрокидывание и пожар (воспламенение ОГ)
10 (13)	1	1	0	0	Разгерметизация и пожар (воспламенение ОГ)
11 (14)	1	1	0	1	Удар, разгерметизация, пожар (воспламенение ОГ)
12 (15,16)	1	1	1	1	Удар, опрокидывание, разгерметизация, пожар (воспламенение ОГ)

В результате анализа исходов ДТП с использованием таблицы состояний (таблица 2.3) установлено, что реальное число возможных вариантов передаваемой информации меньше исходного (теоретического) на 25%.

Каждая строка (кроме первой) полученной таблицы представляет собой сообщение, передаваемое об автомобильной аварии, с расширением о её последствиях (состоянии опасного груза) – столбцы x_3, x_4 . В результате передачи и обработки данных об автомобильной аварии с опасным грузом создаётся представление об обстановке, на основе которого принимается соответствующее решение. Интуитивно просматривается последовательность срабатывания датчиков.

Для каждого исхода после аварии в соответствии с таблицей 2.3 запишем все возможные состояния транспортного средства и опасного груза. Совокупность состояний рассматриваемой системы можно записать в терминах булевой алгебры:

$$S = \bar{x}_4\bar{x}_3\bar{x}_2\bar{x}_1 \vee \bar{x}_4\bar{x}_3\bar{x}_2x_1 \vee \bar{x}_4\bar{x}_3x_2x_1 \vee \bar{x}_4x_3\bar{x}_2\bar{x}_1 \vee \bar{x}_4x_3\bar{x}_2x_1 \vee \bar{x}_4x_3x_2x_1 \vee x_4\bar{x}_3\bar{x}_2\bar{x}_1 \vee x_4\bar{x}_3\bar{x}_2x_1 \vee x_4\bar{x}_3x_2x_1 \vee x_4x_3\bar{x}_2\bar{x}_1 \vee x_4x_3\bar{x}_2x_1. \quad (2.1)$$

Необходимо отметить, что в случае ДТП возможен ещё один исход, который не рассматривался при обосновании состава датчиков, – это взрыв опасного груза. Взрыв транспортного средства с опасным грузом в результате ДТП не рассматривался по ряду причин. Во-первых, в силу малой вероятности наступления этого события (0,0119) даже при транспортировке сжиженных углеводородов [55, таблица Э.1]. Во-вторых, взрыв является завершающим процессом развития ДТП.

Наиболее наглядно связь воздействий (поражающих факторов) на систему и состояние системы (отклики на воздействия) может быть представлена двудольным графом. Для построения двудольного графа

преобразуем таблицу 2.4 с учётом возможных исходов без повторения информации.

Таблица 2.4 – Возможные состояния датчиков при дорожно-транспортном происшествии

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
x_1	x_1		x_1	x_1		x_1	x_1		x_1	x_1
	x_2			x_2			x_2			x_2
		x_3	x_3	x_3				x_3	x_3	x_3
					x_4	x_4	x_4	x_4	x_4	x_4

Для создания механизма информационно-аналитического обеспечения управления безопасностью требуется разработка модели идентификации степени тяжести автомобильной аварии с опасным грузом. Для разработки данной модели построим двудольный граф (рисунок 2.10) исходов после инцидента системы «ТС-ОГ». Аварийные состояния системы «ТС-ОГ» дополнены взрывом цистерны с ОГ.

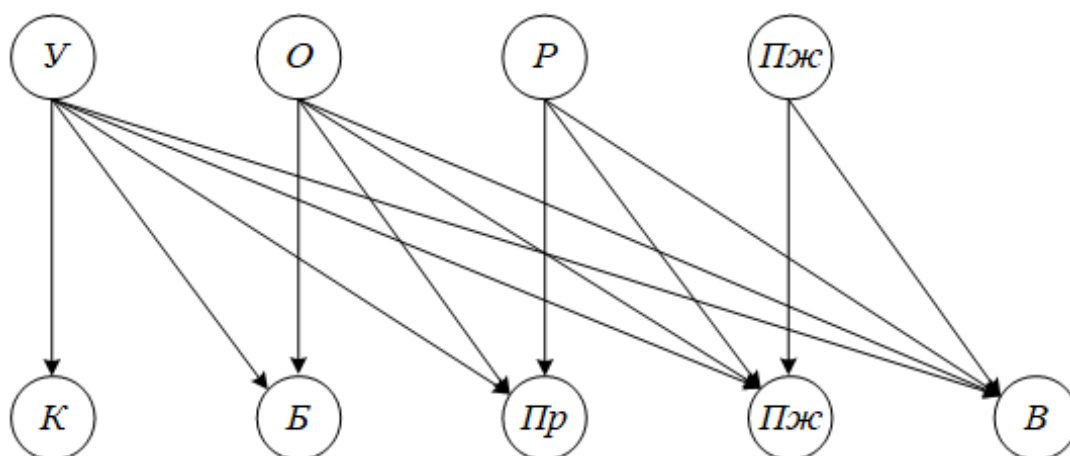


Рисунок 2.10 – Граф состояния системы «транспортное средство-опасный груз» при инцидентах

Принятые обозначения в графе:

Источники инцидентов (воздействие на систему):

У – удар при ДТП;

О – опрокидывание при ДТП;

Р – разгерметизация цистерны;

Пж – пожар в кабине или моторном отсеке ТС.

Аварийные состояния системы:

К – транспортное средство после удара сохранило исходное положение (автотранспорт стоит на колёсах);

Б – транспортное средство после удара и опрокидывания лежит на боку (на грунте);

Пр – разгерметизация цистерны и пролив опасного груза;

Пж – пожар ОГ;

В – взрыв топливовоздушной (газовоздушной) смеси.

Анализ исходов аварий транспортного средства с опасным грузом, представленных в таблице 2.4 и на рисунке 2.10 в виде графа, позволяет определить сценарии развития чрезвычайной ситуации и разработать алгоритмы обработки поступившего сигнала от датчиков, обеспечивающих информационно-аналитическую поддержку ЛПР экстренных служб по реагированию на инциденты с ОГ.

2.2.3. Дискретно-событийная модель системы «автомобильный транспорт-опасный груз»

Процессы, происходящие в системе «автомобильный транспорт-опасный груз» («АТ-ОГ»), будем рассматривать в виде марковских процессов с дискретным состоянием и непрерывным временем. Это обусловлено

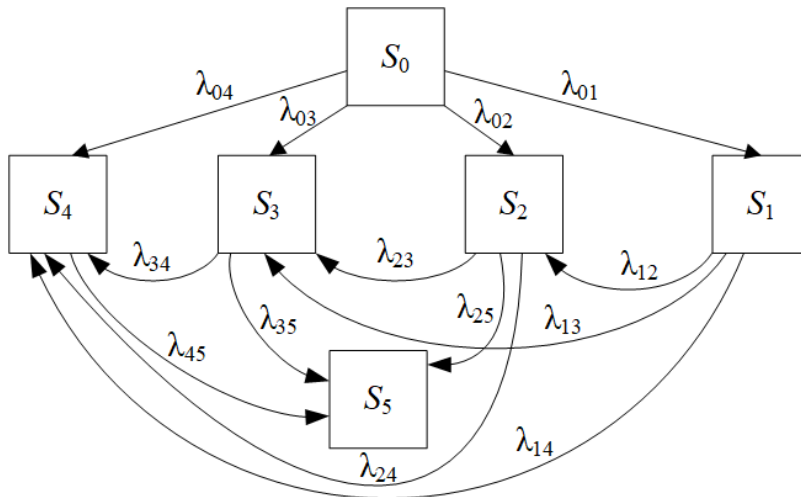
удобством представления того, что все переходы системы из состояния в состояние происходят под действием простейших потоков событий (удар, опрокидывание и т.д.).

Если система находится в каком-то состоянии S_i , в котором есть переход в другое состояние – S_j , то можно представить это в виде $S_i \rightarrow S_j$, т.е. под действием простейшего потока события система переходит в состояние S_j .

Таким образом, систему «ТС-ОГ» и внешнее воздействие можно представить в виде размеченного графа состояний. Имея в своем распоряжении размеченный граф состояний системы, легко построить математическую модель данного процесса. При этом учитываем, что рассматриваемая система имеет n возможных состояний в соответствии с уравнением нормировки $\sum_{i=1}^n p_i(t) = 1$, что позволяет воспользоваться уравнениями Колмогорова. Уравнения Колмогорова – это особого вида дифференциальные уравнения, в которых неизвестными функциями являются вероятности состояний.

Для построения графа отметим все возможные состояния системы «АТ-ОГ»: S_0 – система находится в нормальном состоянии; S_1 – удар; S_2 – опрокидывание; S_3 – разгерметизация автоцистерны; S_4 – опрокидывание; S_5 – взрыв.

Построим размеченный граф состояний:



S_0 – система находится в нормальном состоянии;
 S_1 – удар;
 S_2 – опрокидывание;
 S_3 – разгерметизация;
 S_4 – возгорание;
 S_5 – взрыв.

Рисунок 2.11 – Размеченный граф состояний системы «автомобильный транспорт-опасный груз»

Далее на основе размеченного графа построим систему дифференциальных уравнений Колмогорова-Чепмена для вероятностей состояний:

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{dp_0}{dt} &= -\lambda_{01}p_0 - \lambda_{02}p_0 - \lambda_{03}p_0 - \lambda_{04}p_0 \\
 \frac{dp_1}{dt} &= \lambda_{01}p_0 - \lambda_{12}p_1 - \lambda_{13}p_1 - \lambda_{14}p_1 \\
 \frac{dp_2}{dt} &= \lambda_{02}p_0 + \lambda_{12}p_1 - \lambda_{23}p_2 - \lambda_{24}p_2 - \lambda_{25}p_2 \\
 \frac{dp_3}{dt} &= \lambda_{03}p_0 + \lambda_{13}p_1 + \lambda_{23}p_2 - \lambda_{34}p_3 - \lambda_{35}p_3 \\
 \frac{dp_4}{dt} &= \lambda_{04}p_0 + \lambda_{14}p_1 + \lambda_{24}p_2 - \lambda_{45}p_4 \\
 \frac{dp_5}{dt} &= \lambda_{25}p_2 + \lambda_{35}p_3 + \lambda_{45}p_4
 \end{aligned} \right\}, \quad (2.2)$$

где p_i – вероятность пребывания системы в состоянии S_i , $i=\{0 \dots 5\}$, λ является функцией от времени, поскольку интенсивность перехода между состояниями определяется динамикой развития аварийной ситуации.

Построенная система уравнений в дальнейшем используется для создания алгоритма работы разрабатываемого программного обеспечения информационной подсистемы прогнозирования рисков ПАК ИАС. Поскольку в настоящее время официальная подробная статистика автомобильных аварий с опасным грузом не ведется, то путем применения экспертных методов, основанных на анкетировании и опросах участников транспортной логистики,

сотрудников ГИБДД и др., можно определить значения интенсивностей λ_{ij} перехода между возможными состояниями системы «транспортное средство-опасный груз».

2.3. Выводы по второй главе

1. Выполнен анализ процессов организации перевозки опасного груза на автотранспорте и информирования об авариях на основе функциональных моделей. Установлено, что в транспортной логистике отсутствует устойчивая связь с системой экстренного реагирования для информирования об авариях на автомобильном транспорте с опасным грузом. Для обеспечения такой связи необходимо создать информационно-аналитическую систему поддержки управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов, включающую в себя подсистемы управления рисками и управления реагированием на инциденты.

2. Анализ процессов, возникающих в ходе дорожно-транспортного происшествия и продуцирующих поражающие факторы, воздействующие на транспортное средство и опасный груз, позволил обосновать состав датчиков для регистрации (оповещения) автомобильной аварии с опасным грузом. Источниками чрезвычайных ситуаций, связанных с грузовым автомобилем, перевозящим опасный груз, могут быть: дорожно-транспортное происшествие (столкновение, опрокидывание, наезд на стоящее транспортное средство или на препятствие); пожар; техническая неисправность; нарушение техники безопасности. По рассмотренным источникам аварий выявлено четыре основных вида воздействия, которые необходимо идентифицировать и оповестить о них: удар, опрокидывание транспортного средства, разгерметизация цистерны и пожар.

3. Исследование возможных состояний системы датчиков при регистрации воздействия поражающих факторов инцидентов на грузовой автомобиль с опасным грузом с использованием таблицы состояний показало, что реальное число возможных вариантов (12) передаваемой информации меньше исходного (теоретического) на 25%. Это явление обусловлено возникновением неразличимых состояний при опрокидывании автомобиля и, как следствие опрокидывания, происходит срабатывание датчика удара. В ходе исследования получен двудольный граф системы: источники ЧС – аварийные состояния системы ТС-ОГ. Установлено, что чем сложнее сценарий аварии, тем выше вероятность выдачи сигналов датчиками (идентификации факта аварии).

4. Описана математическая модель состояния системы датчиков. Построен размеченный граф состояний данной системы. На основе графа построена система уравнений Колмогорова-Чепмена для вероятностей состояний системы «автомобильный транспорт-опасный груз».

ГЛАВА 3. АЛГОРИТМЫ И МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Анализ процессов управления в системе обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов, проведенный с помощью построенных выше функциональных моделей, обосновывает необходимость создания и внедрения новых информационных технологий, обеспечивающих интеллектуальную поддержку управления в системе обеспечения безопасности в современных транспортных системах. В состав комплекса таких технологий должна входить современная информационно-аналитическая система, обеспечивающая непрерывный мониторинг всех процессов транспортировки опасных грузов.

В данной главе разработаны алгоритмы управления по реагированию на инциденты с опасными грузами при внедрении предлагаемых технологий интеллектуальной поддержки управления в системе обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов. Для поддержки процесса управления силами и средствами РСЧС при аварии с опасным грузом предлагается использование построенных автором многокритериальных булевых функций от переменных состояния датчиков автоматической идентификации факта аварии и параметров опасного груза.

3.1. Организация инфотелекоммуникационного взаимодействия в системе обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов

Процесс принятия управленческих решений с помощью предлагаемых информационных технологий изменяется в соответствии со следующей

схемой (рисунок 3.1), отражающей последовательность формирования управленческих решений ЛПР.

В каждом отдельном блоке определены ключевые задачи. Задача блока мониторинга: сбор информации (транспорт, текущее местонахождение транспорта, показание системы датчиков) в реальном масштабе времени. Задачи информационного блока: сбор и хранение информации о перевозимых грузах; хранение информации о субъектах мониторинга. Задача аналитического блока: расчет пространственных рисков для установки режима повышенной готовности; информирование о возможном инциденте; расчет прогноза возможного аварийного развития.

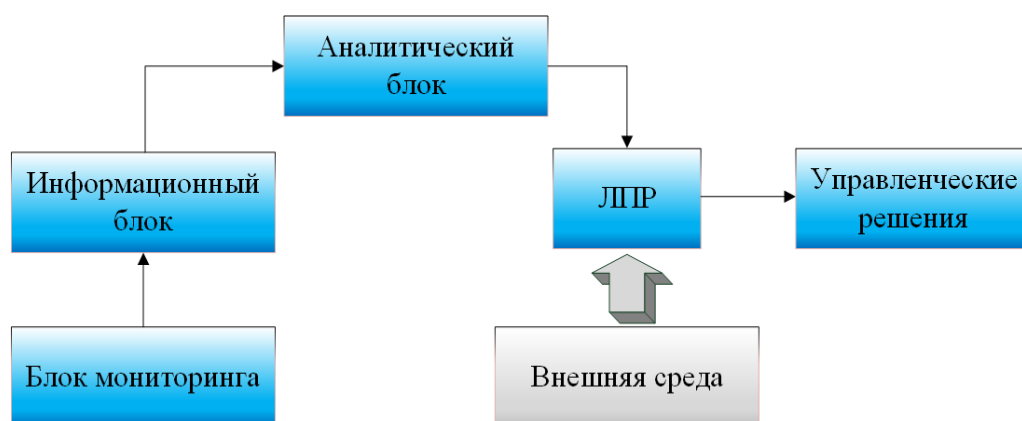


Рисунок 3.1 – Схема формирования управленческих решений ЛПР при внедрении информационных технологий

Вся формируемая описанными блоками информация передается ЛПР в наглядной форме. Лицо, принимающее решения, получив информацию, в свою очередь выполняет следующие задачи: установка расписания режима повышенной готовности; реагирование на аварию и оценка оперативной обстановки; отдача распоряжений силам и средствам экстренных служб на ликвидацию последствий. При этом ЛПР являются диспетчерские службы транспортной компании, органы надзора при перевозке ОГ и диспетчерские службы экстренного реагирования при возникновении инцидентов с ОГ.

В настоящее время механизмы своевременной передачи оперативной информации, содержащейся в сопроводительных документах от грузоперевозчиков к диспетчерским службам РСЧС, отсутствуют. Информация о грузе и местонахождении аварии может быть передана очевидцами или водителем в случае, если он не травмирован в результате инцидента.

В соответствии с приказом МЧС России № 329 от 08 июля 2004 года [56] любой факт аварии на автомобильном транспорте, перевозящем опасный груз, относится к критерию чрезвычайной ситуации.

Информирование (оповещение) об автомобильной аварии с опасным грузом в реальном масштабе времени может быть осуществлено программно-аппаратным комплексом ИАС, содержащим аппаратную часть – датчики автоматической идентификации аварии и информационную подсистему [57].

Для устранения критического недостатка – отсутствия устойчивой связи между системами экстренного реагирования и транспортной логистики, автором предложен макет программно-аппаратного комплекса ИАС. Он может стать расширяемым функционалом системы «ЭРА-ГЛОНАСС», рассмотренной в главе 1.3, или самостоятельной функциональной подсистемой – информационно-программное обеспечение АИУС РСЧС [58].

Рассмотренные в главе 1.4 нормативные документы, регламентирующие организацию автомобильных перевозок опасных грузов, содержат информацию, которую можно применить в информационных системах, обеспечивающих контроль и мониторинг безопасности транспортировки опасного груза, а также поддержку принятия управленческих решений по ликвидации последствий аварий. По результатам анализа данных документов был составлен перечень следующей оперативной информации:

1. Транспортная накладная:
 - 1.1. п. 3 «Наименование груза».
 - 1.2. п. 10 «Перевозчик» (ФИО водителя и данные о средствах связи, ФИО и контакты уполномоченного лица транспортной компании).

1.3. п. 11 «Транспортное средство».

1.4. п. 13 «Прочие условия» (номер, дата и срок действия специального разрешения, установленный маршрут перевозки опасного груза, режим труда и отдыха водителя в пути следования).

1.5. п. 14 «Переадресовка».

2. Путевой лист:

2.1. Раздел «Работа водителя и автомобиля».

2.2. Задание водителю.

3. Маршрут перевозки опасного груза:

3.1. Наименование груза: Код экстренных мер (КЭМ), общий вес груза;

3.2. Особые условия движения: скорость движения на перегонах, сопровождение (на всем маршруте, на отдельных участках), движение ночью (разрешено, запрещено).

3.3. Маршрут движения: наименование улиц от пункта отправления до пункта назначения, адреса пунктов и телефоны аварийной службы, через которые проследуют транспортные средства, места стоянок, места заправок топливом.

В состав информационной подсистемы должны быть включены:

- серверное программное обеспечение;
- подсистема хранения данных;
- клиентское программное обеспечение;
- подсистема защиты информации, геоинформационная система (электронные карты).

Серверное программное обеспечение осуществляет сбор пакетов информации по специальным настроенным портам. Данный программный процессор выполняет сервисные (обслуживающие) функции по запросам клиентских приложений, а также регулирует доступ к ресурсам или функциям. Серверное программное обеспечение устанавливается на специальные версии операционных систем для серверов. В качестве таких операционных систем

широко используются Microsoft Windows Server, семейство операционных систем Linux и др.

Подсистема хранения данных должна обеспечивать: хранение всей поступающей информации; интеграцию с клиентскими приложениями; архивирование баз данных; обмен информацией с другими серверами баз данных. В качестве такой подсистемы применяются клиент-серверные системы управления базами данных (СУБД). СУБД организуют работу и управление реляционными базами данных. Наиболее популярными СУБД являются: MySQL, Microsoft SQL Server, Oracle, Firebird и др.

Для взаимодействия пользователей с информационной подсистемой программно-аппаратного комплекса ИАС применяется клиентское программное обеспечение – программное обеспечение, которое позволяет пользователю осуществлять доступ либо использовать услуги или функции, предоставляемые серверным программным обеспечением. Клиентское ПО имеет интерфейс, обеспечивающий ввод и получение необходимой информации, а также получение доступа к цифровым картам геоинформационной системы.

Разработка программного обеспечения является сложным и дорогостоящим процессом. В статью расходов создания автоматизированного программного обеспечения входят: закупка лицензионных средств разработки ПО и программных библиотек расширения функционала; зарплата программистов; затраты на установку и настройку программного обеспечения; затраты на обновление и поддержку информационной инфраструктуры; затраты на расширение существующего функционала; затраты на проведение независимого тестирования ПО.

Анализ современных информационных технологий показал, что применение современных облачных технологий, а также использование web-служб позволит сократить расходы на создание и сопровождение информационной инфраструктуры. Использование данных технологий позволит создать архитектуру, обеспечивающую независимость от типа

устройства ввода-вывода, требующую только доступ к сети Internet и наличие web-обозревателя, поддерживающего современные стандарты web-технологий для корректного отображения интерфейса пользователей на веб-сайтах [59].

3.2. Алгоритмы управления реагированием на инциденты с опасным грузом при внедрении новых информационных технологий

Одним из основных показателей эффективности управления при ликвидации последствий автомобильной аварии с опасным грузом является её оперативность. В соответствии с общепринятой терминологией [60] оперативность управления характеризует способность начальников, командиров и штабов осуществлять руководство силами и средствами в сроки, обеспечивающие успешное выполнение поставленных задач.

Для повышения оперативности управления необходимо стремиться к сокращению длительности процессов прохождения информации, подготовки, обоснования, принятия и выполнения решений [61].

Оперативность управления экстренными службами определяется временем, затрачиваемым на действия по реагированию при аварии с опасным грузом (рисунок 3.2):



Рисунок 3.2 – Временной интервал развития аварийной ситуации и этапы реагирования экстренных служб

Во временной интервал развития аварийной ситуации и этапы реагирования экстренных служб включаются следующие этапы, связанные с действиями по:

- оповещению об аварии ($T_{оп}$ – время оповещения);
- сбору информации и оценке обстановки ($T_{оо}$ – время оценки обстановки);
- принятию управленческих решений и отдаче распоряжений ($T_{пу}$ – время принятия управленческих решений);
- сбору необходимых сил и средств, прибытию к месту ЧС ($T_{пр}$ – время прибытия к месту аварии);
- ликвидации последствий аварии ($T_{лпа}$ – время ликвидации последствий ЧС).

Сокращение длительности времени на любом этапе всего цикла развития чрезвычайной ситуации позволит повысить эффективность организации ликвидации ЧС и снизить ущерб от её последствий.

Предельное время прибытия подразделений экстренных служб к месту аварии и время проведения мероприятий по ликвидации её последствий регламентированы нормативными документами. От действий ЛПР по принятию управленческих решений зависит обеспечение выполнения временного норматива. Длительность этапов оповещения, сбора информации, оценки обстановки и принятия управленческих решений в значительной степени отражается на общей оперативности управления при ликвидации последствий автомобильной аварии с опасным грузом.

Для анализа предлагаемых путей повышения оперативности управления разработаны алгоритмы оповещения об инцидентах и о действиях оперативного штаба экстренных служб после поступления сигнала об инциденте [62].

Алгоритм оповещения учитывает ключевые особенности аварий. Во-первых, автомобильная авария с ОГ носит характер неопределённости места

возникновения. Авария может возникнуть как в местах большого скопления людей и транспортных средств, так и в совершенно безлюдных местах. Во-вторых, особенностью таких аварий является угроза цепного развития аварии с выходом за пределы места её возникновения в результате выброса опасного вещества в окружающее пространство или распространения пожара вследствие возгорания горючих веществ и т.д.

На рисунке 3.3 представлен алгоритм, позволяющий наглядно выявить проблемные пути с точки зрения затраты времени на оповещение об инциденте.

В разделе 1.4 диссертации рассмотрены возможные варианты передачи водителем и очевидцами сообщения (оповещения) о возникшей аварии или о её последствиях.

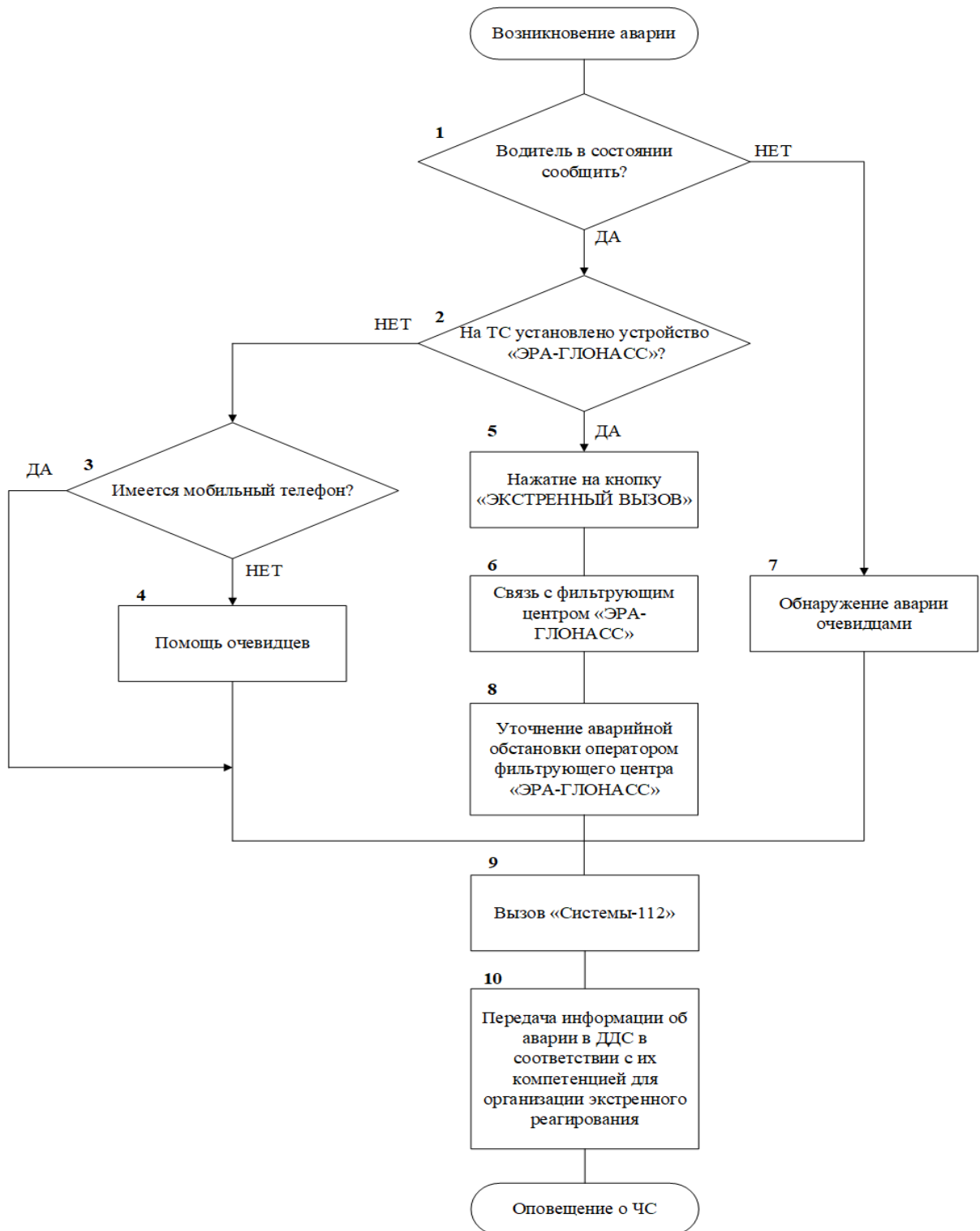


Рисунок 3.3 – Блок-схема алгоритма информирования об автомобильной аварии с опасным грузом

При приеме вызова оператор «Системы-112» заводит карточку информационного обмена [63], которая содержит следующие блоки:

1. Служебная информация.

2. Сведения о телефоне, с которого принят звонок (автоматическое заполнение).
3. Сведения об источнике информации (заявителе).
4. Сведения о месте происшествия.
5. Сведения о самом происшествии (что случилось?).

Данная карточка применяется для информационного обмена с единой дежурно-диспетчерской службой и/или дежурно-диспетчерскими службами «01», «02», «03» и т.д. Алгоритм работы оператора «Системы-112» регламентирован и согласован со всеми ДДС и ЕДДС в целях эффективного взаимодействия.

На рисунке 3.4 представлена диаграмма Ганта [64] действий оператора «Системы-112» от начала получения звонка до передачи сообщения в ДДС/ЕДДС. Весь цикл действий составляет примерно 200 секунд.

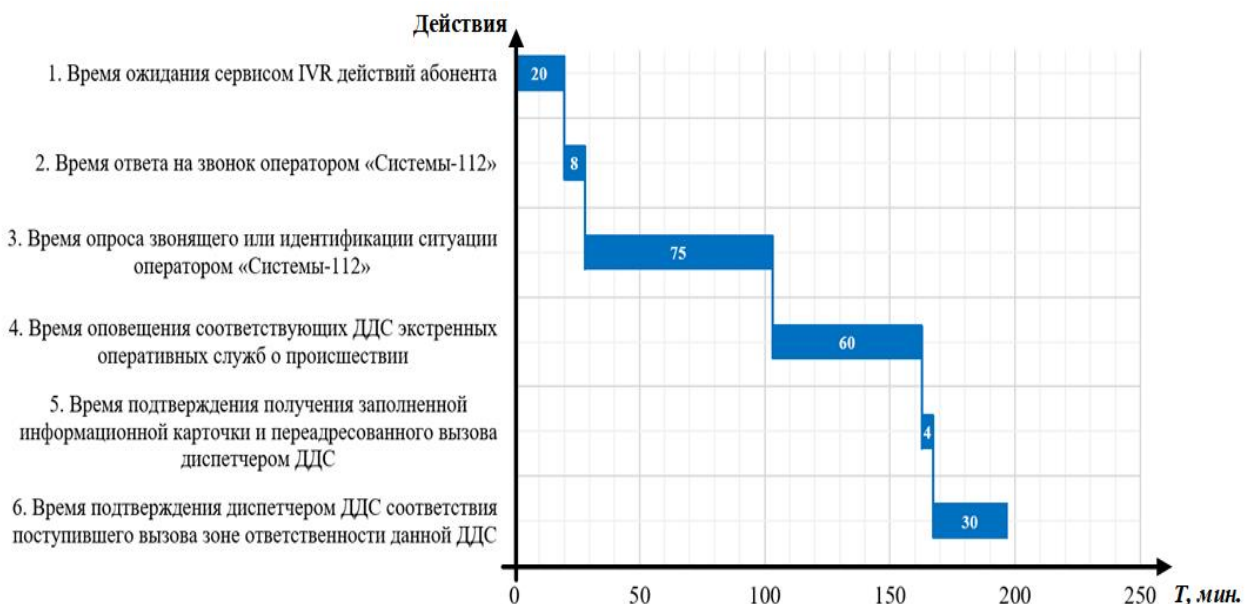


Рисунок 3.4 – Диаграмма Ганта времени (сек), затрачиваемого оператором «Системы-112» на передачу сообщения в ДДС

ЛПР экстренных служб, получив сообщение от «Системы-112», начинает проводить оперативные мероприятия по ликвидации последствий аварии. Начальным этапом проведения оперативных мероприятий является

формирование управленческих решений по организации ликвидации последствий аварии. Данный этап включает T_{00} и $T_{пу}$ (рисунок 3.2). Обобщенный алгоритм действия управления на этом этапе представлен на рисунке 3.5.

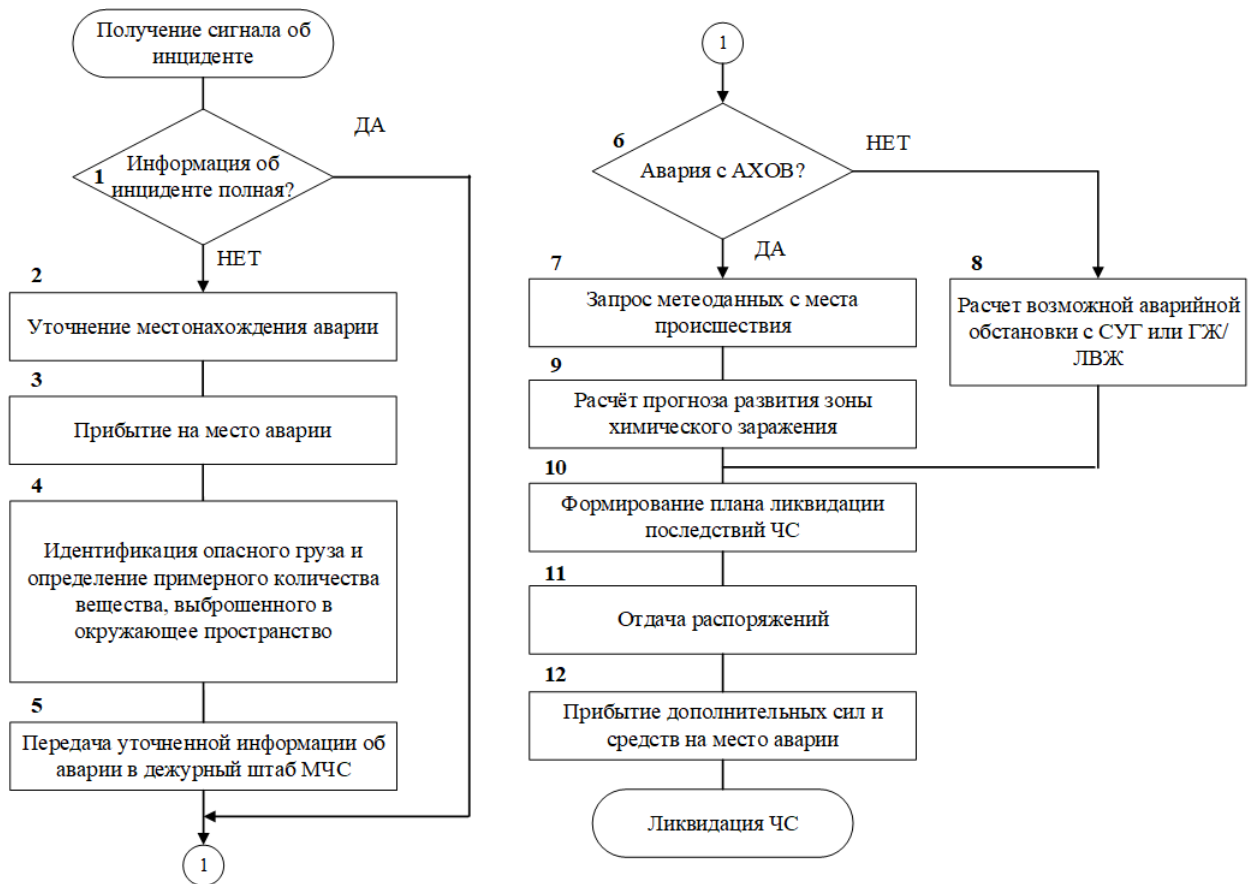


Рисунок 3.5 – Блок-схема алгоритма управления по подготовке к организации ликвидации последствий автомобильной аварии с опасным грузом

Блок 1: ЛПР экстренных служб, получив сообщение от диспетчера «Системы-112» и карточку вызова, анализирует содержание информации. Поскольку полученная первичная информация в большинстве случаев не обладает достаточной полнотой (отсутствие информации об опасном грузе, его количестве и точное местонахождение аварии), то ЛПР начинает проводить сбор необходимой информации.

Блоки 2 – 3: уточнение местонахождения аварии в целях: организации возможной эвакуации населения, находящегося в непосредственной близости от места аварии; получения метеоданных для расчёта прогноза развития аварийной обстановки. Для уточнения обстановки ЛПР экстренных служб МЧС России отдает распоряжение о выезде к предполагаемому месту аварии разведывательной бригады или пожарно-спасательного расчёта.

Блок 4: по месту прибытия разведывательной службы сотрудниками уточняется аварийная обстановка. Идентификация опасного груза может быть определена по наклеенным на автоцистернах информационным таблицам ДОПОГ. Дополнительно по таблице определяется идентификационный номер опасности – ссылка на инструкцию, описывающую необходимые действия при ликвидации аварии и меры защиты людей. В случае повреждения информационной таблицы ДОПОГ сотрудники, оснащённые средствами индивидуальной защиты, определяют груз по визуальному контакту. Определение точного количества груза, выброшенного в окружающее пространство, затруднительно, поэтому берется максимальное количество по размеру емкости автоцистерны. Вся полученная информация по средствам связи передается в оперативный штаб ЛПР экстренных служб МЧС России.

Блоки 5 – 9: ЛПР экстренных служб, получив всю необходимую информацию, проводит оценку аварийной обстановки. В случае, если авария произошла с аварийно химически опасным веществом, ЛПР проводит расчёт прогноза площади возможного заражения химическим облаком. Для расчёта запрашиваются метеоданные с места аварии.

Блок 10 – 11: все полученные результаты расчёта заносятся на карту ГИС для формирования плана эвакуации населения и ликвидации последствий аварии. Далее определяется необходимый состав сил и средств, а также отдаются распоряжения подчиненному составу на выполнение основной фазы ликвидации аварии.

Представленный алгоритм показывает, что отсутствие на начальном этапе полной информации осложняет принятие оперативных управленческих

решений ввиду неопределенности оценки основных факторов аварии. В связи с этим затрачивается время на разведку и уточнение обстановки при аварии.

Повышение оперативности управления подразделениями экстренных служб МЧС России может быть достигнуто применением информационных технологий и геоинформационных систем [65].

Для анализа эффективности применения информационных и спутниковых технологий с точки зрения повышения оперативности управления ликвидацией последствий аварии с опасным грузом на автомобильном транспорте рассматриваются алгоритмы оповещения об аварии и управления экстренными службами при применении предлагаемой информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью АТОГ [66].

Алгоритм оповещения об аварии при применении ИАС представлен на рисунке 3.6.

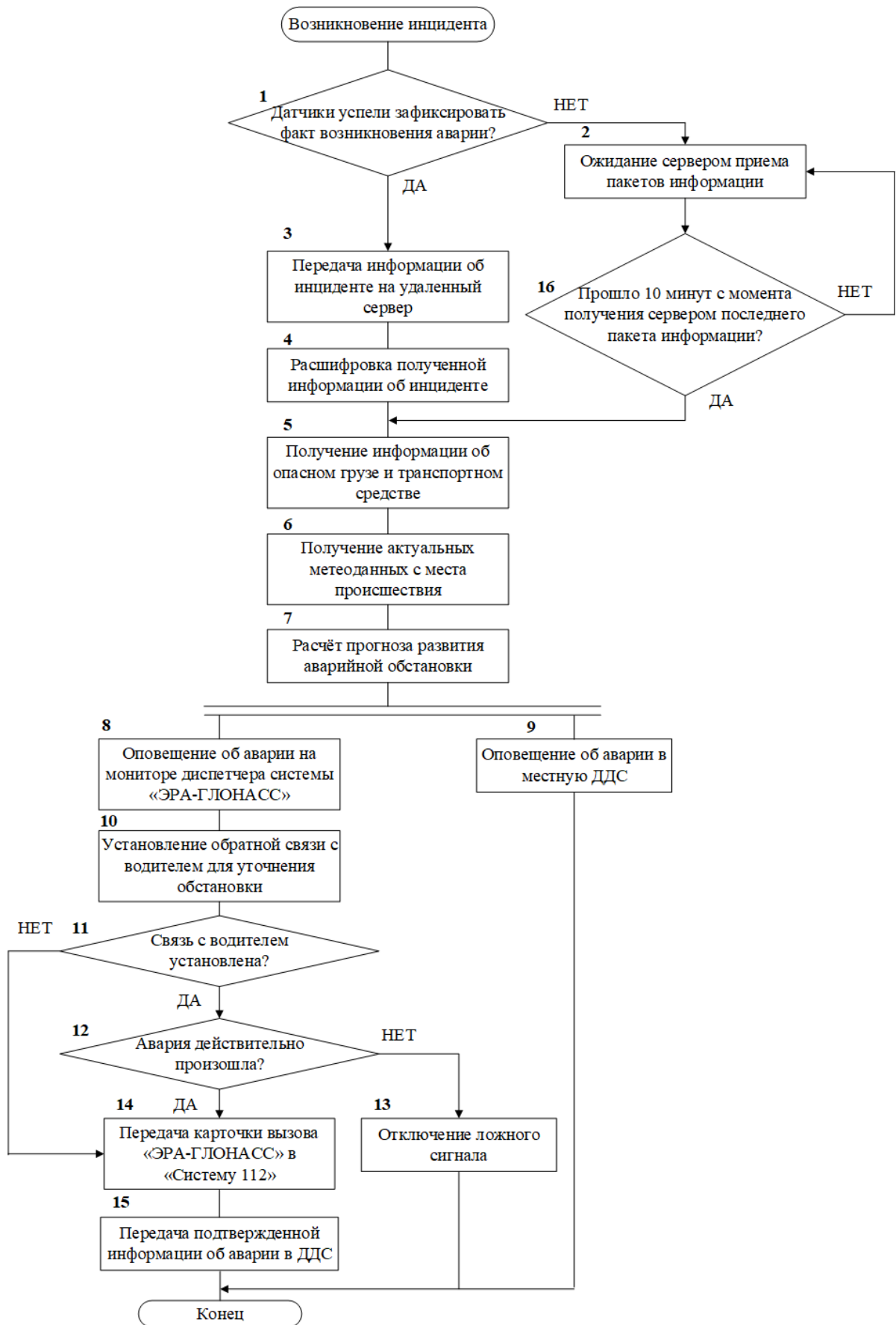


Рисунок 3.6 – Блок-схема алгоритма информирования об аварии с опасным грузом при применении информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов

Блоки 1, 3: в момент возникновения аварии датчики автоматической идентификации фиксируют резкие изменения контролируемых величин и передают сигнал в аппаратуру спутниковой навигации, которая в свою очередь передает все показания, в том числе географические координаты местонахождения, на удаленный сервер.

Блок 4: пакеты информации об аварии, полученные на удаленный сервер, расшифровываются специальным серверным программным обеспечением.

Блоки 5 – 6: по полученному специальному идентификатору (ID) аппаратуры спутниковой навигации собираются вся необходимая информация о перевозимом грузе, транспортном средстве и контакты водителя транспортного средства. По географическим координатам запрашиваются актуальные метеоданные от ближайшей к месту аварии метеостанции.

Блок 7: на этом этапе в зависимости от типа перевозимого груза выполняется расчёт прогноза возможного воздействия поражающих факторов опасного груза и возникновения зоны поражения. По результатам расчёта формируются географические данные полигонов зоны поражения для карт ГИС.

Блоки 8 – 9: сформированная оперативная информация отображается на мониторе диспетчера фильтрующего центра «ЭРА-ГЛОНАСС» или ЛПР экстренных служб, ответственного за территорию, на которой произошла авария.

Блок 10: диспетчер системы «ЭРА-ГЛОНАСС» по полученной контактной информации связывается с водителем для уточнения ситуации.

Блок 14: диспетчер «ЭРА-ГЛОНАСС» передает карточку-вызова в «Систему-112» в ситуациях, когда:

- не удалось установить связь с водителем;
- водитель подтвердил возникновение аварии.

Блок 15: ЛПР экстренных служб, приняв вызов от диспетчеров, заводит унифицированную карточку информационного обмена, вводит всю необходимую информацию и передаёт её в соответствующую ДДС.

Блок 13: в случае подтверждения водителем ложного срабатывания датчиков диспетчер фильтрующего центра «ЭРА-ГЛОНАСС» отключает ложный сигнал. При этом автоматически отключается оповещение на экране дежурного ДДС, которое было включено в блоке 9.

Блок 2: в случае, если датчики не успели зафиксировать факт возникновения аварии на ТС с ОГ по причине их внезапного повреждения или технического сбоя, удаленным сервером отслеживаются даты поступления пакетов информации. По прошествии более 10 минут с момента получения последнего пакета информации сервер идентифицирует данное состояние как предполагаемое возникновение внештатной ситуации на ТС с ОГ.

Рассмотренный алгоритм показывает, что в случае применения программно-аппаратного комплекса информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью АТОГ исключается задержка оповещения о возникновении аварии на автомобильном транспорте с ОГ за счёт:

- непрерывного мониторинга перевозки опасных грузов автомобильным транспортом;
- автоматического срабатывания датчиков в момент возникновения аварии;
- получения в реальном масштабе времени всей необходимой оперативной информации.

При наличии террористической угрозы возможны взрыв транспортного средства, угон и последующий выброс опасного вещества в открытое пространство вблизи мест большого скопления людей. Также возможны ситуации, когда лица в целях совершения противоправных действий или

совершения террористического акта отключают навигационное оборудование и датчики, тем самым прерывают контроль транспортного средства.

Подсистема сбора и анализа данных мониторинга ИАС должна обеспечить в реальном масштабе времени постоянный контроль поступления информации от аппаратной части ПАК ИАС, установленной на транспортном средстве с опасным грузом.

В случае угона автомобильного транспорта с опасным грузом подсистема сбора и анализа данных мониторинга ИАС отслеживает передвижение транспорта и передает местонахождение его в диспетчерские службы. Водитель, обнаружив факт угона, сообщает об этом в «Систему-112». Диспетчер «Системы-112», получив информацию об угоне от водителя, передает информацию подразделениям Госавтоинспекции.

При повреждении злоумышленником аппаратных средств ПАК ИАС информационная подсистема должна оповестить дежурного диспетчера об отсутствии поступления информации от аппаратной части ПАК ИАС по истечении 10 минут с момента поступления последнего сообщения. Оперативный дежурный связывается с водителем для уточнения ситуации и в случае угона сообщает о данном факте сотрудникам Госавтоинспекции.

Дополнительные действия, расписанные в данном алгоритме, сводятся к уточнению достоверности происшествия. При одновременном срабатывании датчиков и подаче водителем вызова в «Систему-112» оператор системы всю полученную информацию от водителя и диспетчера фильтрующего центра «ЭРА-ГЛОНАСС» заносит в унифицированную карточку информационного обмена.

На рисунке 3.7 представлен алгоритм действий ЛПР экстренных служб при применении предлагаемой ИАС. Началом алгоритма рассматривается момент получения оперативным дежурным от ПАК ИАС оповещения о возникновении аварии.

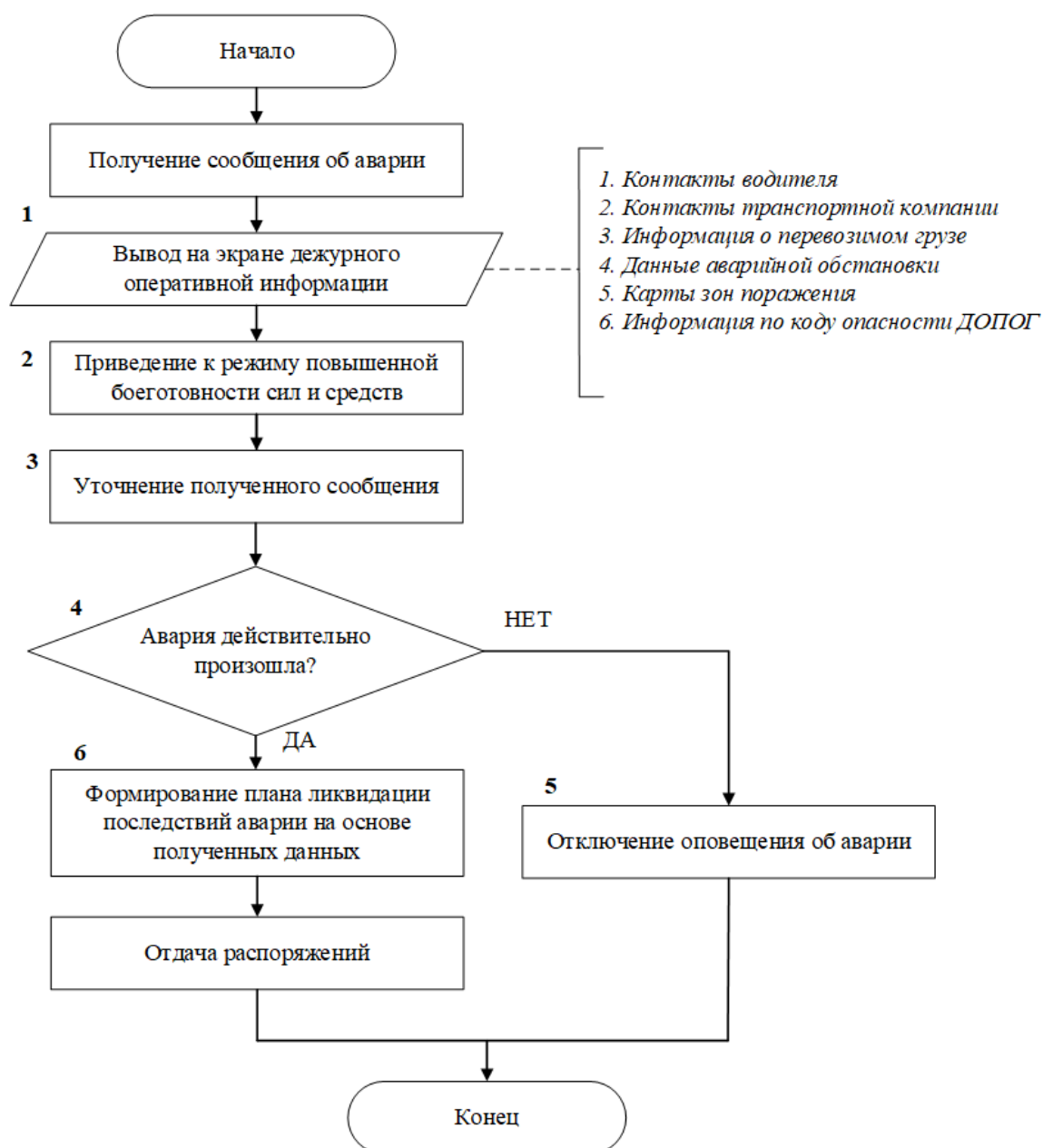


Рисунок 3.7 – Блок-схема алгоритма управления реагированием и отдачи распоряжений

Блок 1: на мониторе ЛПР экстренных служб отображается вся необходимая оперативная информация:

- контакты водителя;
- контакты транспортной компании;
- информация о перевозимом грузе;
- данные аварийной обстановки;
- карты зоны поражения;

– информация по коду опасности ДОПОГ.

Блоки 2 – 3: при получении сообщения об аварии ЛПР ожидает подтверждения полученной информации от оператора «Системы-112» или от водителя по сотовой связи. Дополнительно отдает распоряжение о повышении уровня готовности сил и средств.

Блок 5: в случае, если авария не подтверждается, на мониторе ЛПР экстренных служб сообщение отключается. ЛПР отдает распоряжение об отмене состояния повышенной боеготовности.

Блок 6: при подтверждении факта аварии ЛПР экстренных служб на основе полученной оперативной информации формирует план ликвидации последствий аварии и при необходимости, сообщает органам местного самоуправления о проведения срочной эвакуации населения. На основе сформированного плана осуществляются сбор необходимых сил и средств и отдача распоряжений на ликвидацию последствий аварии.

Анализ данного алгоритма показывает, что благодаря предоставлению всей необходимой оперативной информации в реальном масштабе времени, в том числе предоставлению результатов расчёта по прогнозу развития аварийной обстановки, оперативность управления повышается.

3.3. Математическое обеспечение в информационной системе управления подразделениями служб экстренного реагирования при автомобильных авариях с опасным грузом

Рассмотренные в разделе 2.2 системы датчиков, регистрирующие различные виды аварий на автомобильном транспорте, позволяют создать

модель, описывающую математические методы управления персоналом по реагированию и ликвидации последствий аварии [67, 68].

Как уже отмечалось, после считывания показаний датчиков можно оценить прогнозируемую тяжесть последствий автомобильной аварии. В зависимости от степени тяжести и типа опасного груза ЛПР требуется определить необходимый состав сил и средств, способный в сжатые сроки предотвратить вероятность возникновения вторичных поражающих факторов и ликвидировать последствия аварии.

Состав сил и средств, высылаемых к месту аварии, может различаться не только в зависимости от степени тяжести аварии, определяемой системой датчиков, но и от типа опасного груза. Как показал анализ статистических данных по автомобильным авариям, основную долю видов опасных веществ при авариях составляют ЛВЖ (ГЖ), СУГ и АХОВ. Исходя из этого, рассмотрим, какие силы и средства необходимы для организации ликвидации аварий по указанным видам опасных грузов.

При авариях требуется реагирование сотрудников ДПС ГИБДД, подразделений Государственной противопожарной службы и различных формирований поисково-спасательных служб МЧС России.

Эффективность реагирования на автомобильные аварии с опасным грузом повышается за счет оперативности принятия решений на ликвидацию последствий аварии и подбора оптимального состава сил и средств для марша к месту предполагаемой аварии. Описать способы повышения эффективности управления за счет применения программно-аппаратного комплекса ИАС можно математическими методами.

Для описания процесса управления силами и средствами РСЧС используются булевы функции n переменных. При этом рассматривается случай, когда ЛПР, получив сигнал о возможной аварии на ТС с ОГ, не может связаться с водителем. Каждая переменная обозначает определённый сценарий ЧС на автомобильном транспорте – показания датчиков и вид опасного груза:

- x_1 – датчик температуры;
- x_2 – датчик давления (уровня);
- x_3 – датчик положения;
- x_4 – датчик удара;
- x_5 – ЛВЖ (ГЖ);
- x_6 – СУГ;
- x_7 – АХОВ.

В качестве булевых функций зададим подразделения реагирования на аварии и их действия:

- f_1 – подразделение ДПС;
- f_2 – подразделение Государственной противопожарной службы (ГПС);
- f_3 – аварийно-спасательные службы;
- f_4 – разведка;
- f_5 – эвакуация населения;
- f_6 – ликвидация последствий аварий.

Зададим булевы функции семи переменных табличным способом (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Задание булевых функций 7 переменных

Датчики				Параметры ОГ			Элементы управленческих решений					
x ₁ – датчик температуры	x ₂ – датчик давления (уровня жидкости)	x ₃ – датчик положения	x ₄ – датчик удара	x ₅ – ЛВЖ (ГЖ)	x ₆ – СУГ	x ₇ – АХОВ	Силы и средства			Мероприятия		
							f ₁ – подразделение ДПС	f ₂ – подразделение Государственной противопожарной службы (ГПС)	f ₃ – аварийно-спасательные службы	f ₄ – разведка	f ₅ – эвакуация населения	f ₆ – ликвидация последствий аварии
0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1
0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0
0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1
0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1
1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1
1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1
1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1
1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1

ликвидации последствий автомобильной аварии с опасным грузом и определяется булевым значением СДНФ следующей функции

$f_6(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7)$:

$$\begin{aligned} f_6(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7) = & (\bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge x_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge x_4 \wedge x_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee \\ & \vee (\bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_4 \wedge x_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge x_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge x_4 \wedge x_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \\ & \vee (x_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_3 \wedge x_4 \wedge x_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge x_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge x_4 \wedge x_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \\ & \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_4 \wedge x_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (\bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (x_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \\ & \vee (\bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge x_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (\bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (x_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \\ & \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge x_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (x_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_3 \wedge x_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge x_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \\ & \vee (\bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (\bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (\bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge x_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \\ & \vee (\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (x_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (x_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \\ & \vee (\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge x_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_3 \wedge x_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \\ & \vee (\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \vee (\bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4 \wedge \bar{x}_5 \wedge \bar{x}_6 \wedge \bar{x}_7) \end{aligned}$$

На примере первой строки таблицы 3.1 по переменным (x_1, \dots, x_7) можно идентифицировать сценарий аварии: «транспортное средство, перевозящее легковоспламеняющуюся жидкость, получило удар без опрокидывания». В соответствии с установленными планами реагирования при такой аварийной ситуации необходимо задействовать силы сотрудников дорожно-постовой службы для проведения разведывательных мероприятий.

3.4. Прогнозирование рисков транспортировки опасных грузов автомобильным транспортом

3.4.1. Разработка алгоритмов оперативного прогнозирования рисков при автомобильных авариях с опасным грузом

Эффективность действий органов управления спасательными подразделениями при техногенных авариях помимо оперативного реагирования обеспечивается прогнозированием чрезвычайных ситуаций [69].

Благодаря развитию и внедрению современных технологий прогнозирование ЧС можно подразделить на технологии долгосрочного прогнозирования и технологии оперативного (краткосрочного) прогнозирования опасных техногенных и природных явлений [69].

Технологии мониторинга имеют следующие компоненты: наблюдение за состоянием природной среды, критически важными и потенциально опасными объектами; сбор и обработку информации, оценку характеристик природной и техногенной опасности; экспертно-аналитические технологии [70].

Для прогнозирования чрезвычайных ситуаций при автомобильных авариях с опасным грузом необходимо использовать технологии оперативного прогнозирования. Эффективность применения оперативного прогноза для систем управления при любых ЧС подтверждается специалистами центра «Антистихия» [71]. Оперативный прогноз определяется на дорогах и зонах ответственности спасательных подразделений, через которые проходят пути следования автотранспорта с опасным грузом. Реализация данного прогноза может быть осуществлена программно-аппаратным комплексом ИАС, предлагаемым автором.

Алгоритм проведения оперативного прогноза автоаварий с опасным грузом представлен на рисунке 3.8. По данному алгоритму выполняются следующие шаги: из удаленных баз данных собирается информация о перевозимых опасных грузах в ближайшие 24 часа по заданным участкам автомобильных дорог. По путевым листам каждого перевозимого груза определяется маршрут его доставки. Далее определяется текущее местонахождение автомобильного транспорта с опасным грузом и вычисляется его средняя скорость движения. На основании полученных данных рассчитывается ежечасный прогноз местонахождения каждого автомобиля с учётом времени его остановки для отдыха и заправки.

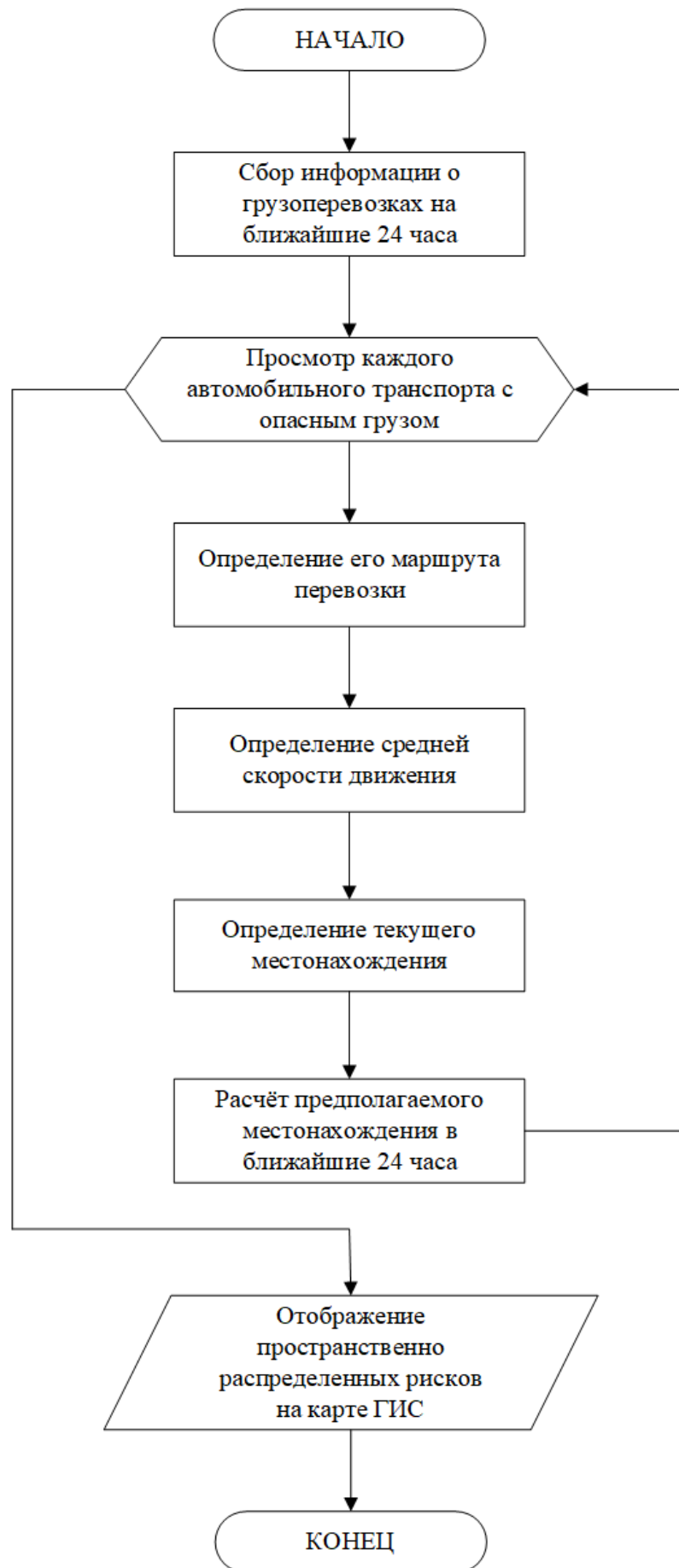


Рисунок 3.8 – Алгоритм программной реализации прогнозирования рисков

По данному алгоритму оперативного прогнозирования определяются территориальные риски, уровень которых зависит от количества возникающих за определенный промежуток времени источников опасностей. Очевидна связь риска с количеством автомобильного транспорта с опасным грузом, находящегося на определенном участке дороги в течение заданного времени.

Интенсивность движения q (авт/час) определяется как отношение [72]:

$$q = \frac{Q}{T},$$

где Q – количество ТС, проезжающих заданный участок дороги за время наблюдения T .

3.4.2. Моделирование управления силами и средствами РСЧС при проведении оперативного прогнозирования

При проведении оперативного прогноза и последующего анализа установленных рисков необходимо определить степень готовности органов управления, сил и средств спасательных подразделений.

Степень готовности – это сроки, через которые органы управления и силы (формирования) должны быть готовы приступить к решению поставленной задачи. Степень готовности при возникновении реальной угрозы автомобильной аварии с опасным грузом должна быть повышенной, поскольку при ликвидации последствий аварии с опасным грузом требуются значительные силы и средства, а также своевременность реагирования.

Риск, связанный с автомобильной транспортировкой опасных грузов на определенных территориях, изменяется в связи с передвижением в пространстве ТС с опасным грузом. Поэтому необходимо рассматривать потенциальный территориальный риск по конкретным промежуткам времени. В соответствии с [73] термин «потенциально территориальный риск»

определяется как частота реализации поражающих факторов в рассматриваемой точке территории.

Определив территориальные риски на ближайшие 24 часа, и выявив часы с наиболее высокими критическими рисками, органы управления РСЧС формируют расписание установки степени повышенной готовности.

Общая схема установки степени повышенной готовности представлена на рисунке 3.9.

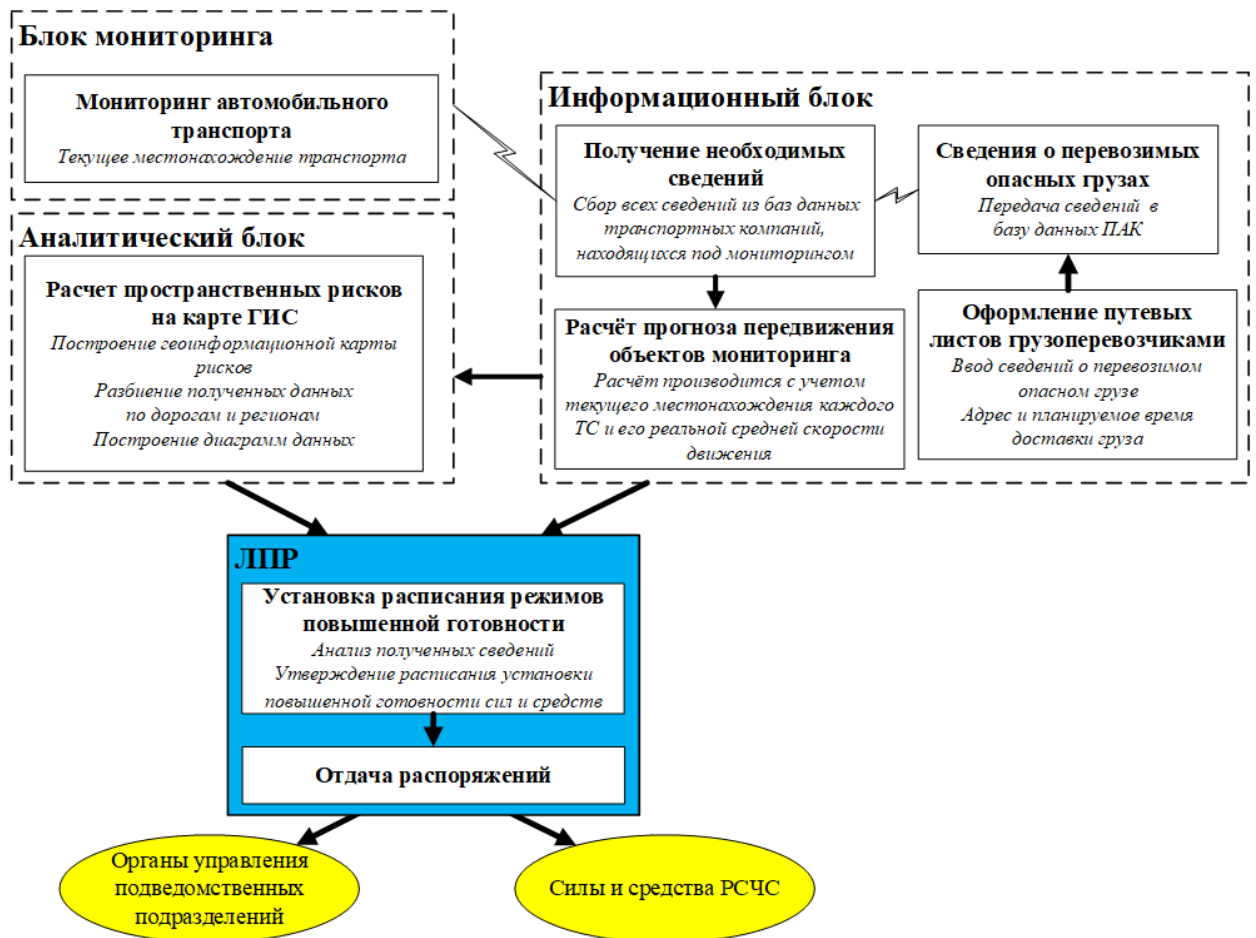


Рисунок 3.9 – Информационно-аналитическая поддержка ЛПР по формированию расписания установки степени повышенной готовности

Пространственное отображение рисков позволяет диспетчерам наглядно определить, на каких территориях и в какое время необходимо установить степень повышенной готовности. По выявленным территориям отдаются

распоряжения органам управления экстренного реагирования, за которыми закреплены данные территории, о необходимости установления соответствующей степени повышенной готовности.

На рисунке 3.10 представлена карта пространственных рисков на областных и федеральных дорогах на примере территории Московской области в течение 24 часов от момента запроса на отображение. Уровень риска отображается цветовой идентификацией от зеленого к красному, где зеленый уровень означает отсутствие риска возникновения ЧС, связанной с автомобильной перевозкой опасных грузов. Красный уровень означает существенный риск возникновения автомобильных аварий с опасным грузом, следовательно, требуется установка предельной степени повышенной готовности.

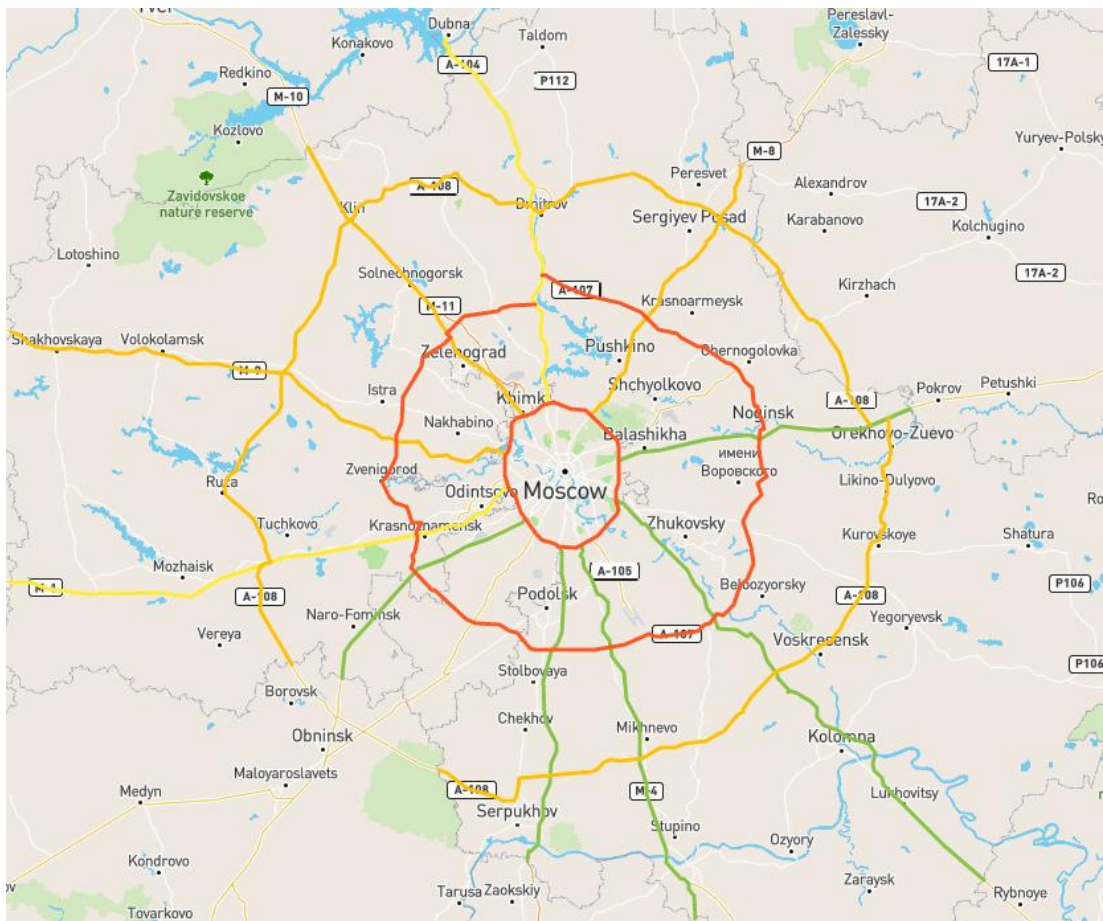


Рисунок 3.10 – Отображение пространственных рисков на карте геоинформационной системы

Риски можно также представить в виде диаграмм (рисунок 3.11), отображающих уровни рисков по каждой отдельной дороге в течение 24 часов. Такая диаграмма позволяет наглядно определить временные интервалы с наиболее высокими рисками.

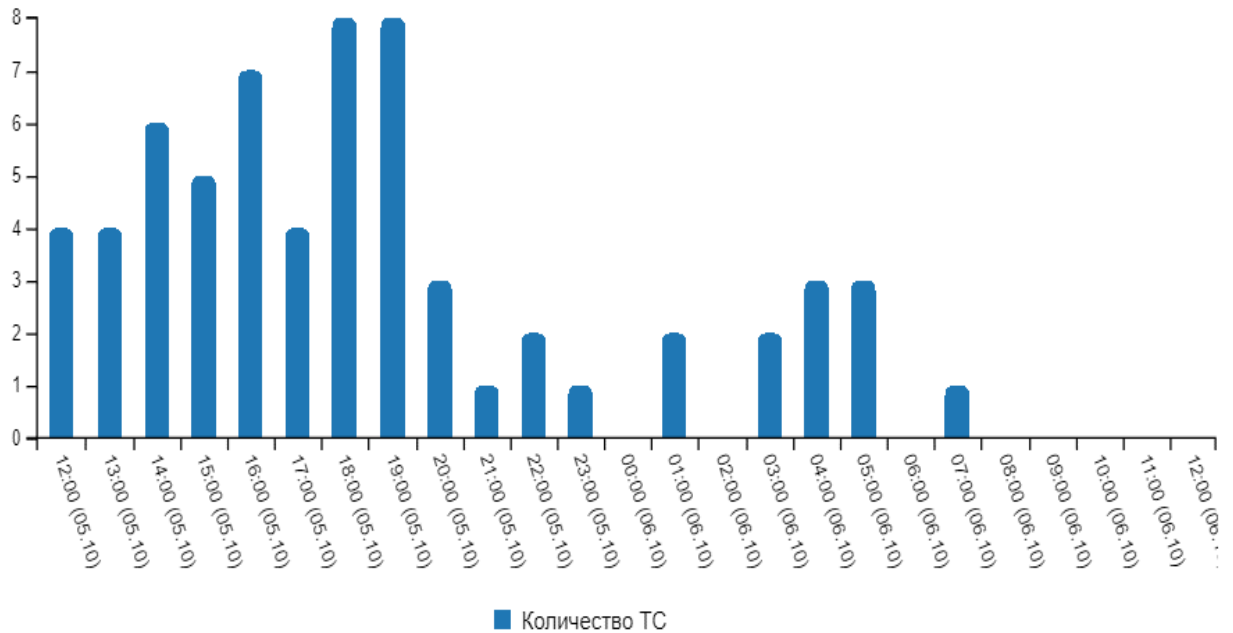


Рисунок 3.11 – Диаграмма прогнозируемых рисков на отдельно выбранной дороге

По представленному алгоритму проведения оперативного прогноза также можно распределить уровни рисков по регионам или по субъектам РФ (рисунок 3.12), в которых будет находиться автомобильный транспорт с опасным грузом в течение ближайших суток. Такая карта позволяет обосновывать решения о повышении степени готовности сил и средств на уровне регионов.

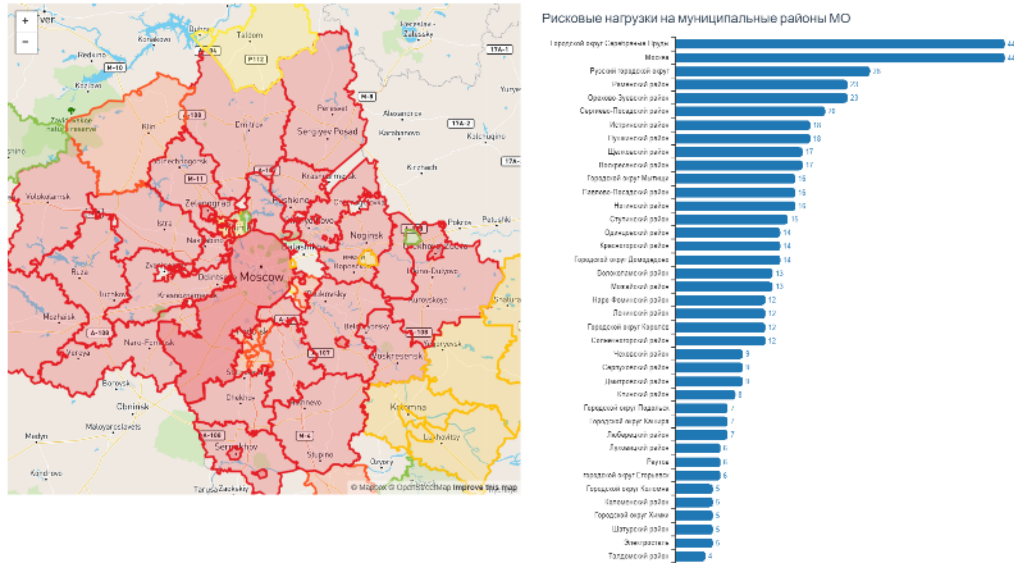


Рисунок 3.12 – Карта пространственных рисков по районам Московской области

Таким образом, создаваемая карта оперативного мониторинга уровня рисков позволит управленческому персоналу определить, когда необходимо установить режим повышенной готовности и отдать соответствующие распоряжения службам экстренного реагирования. Функциональная модель алгоритма управления данным процессом представлена на рисунке 3.13.

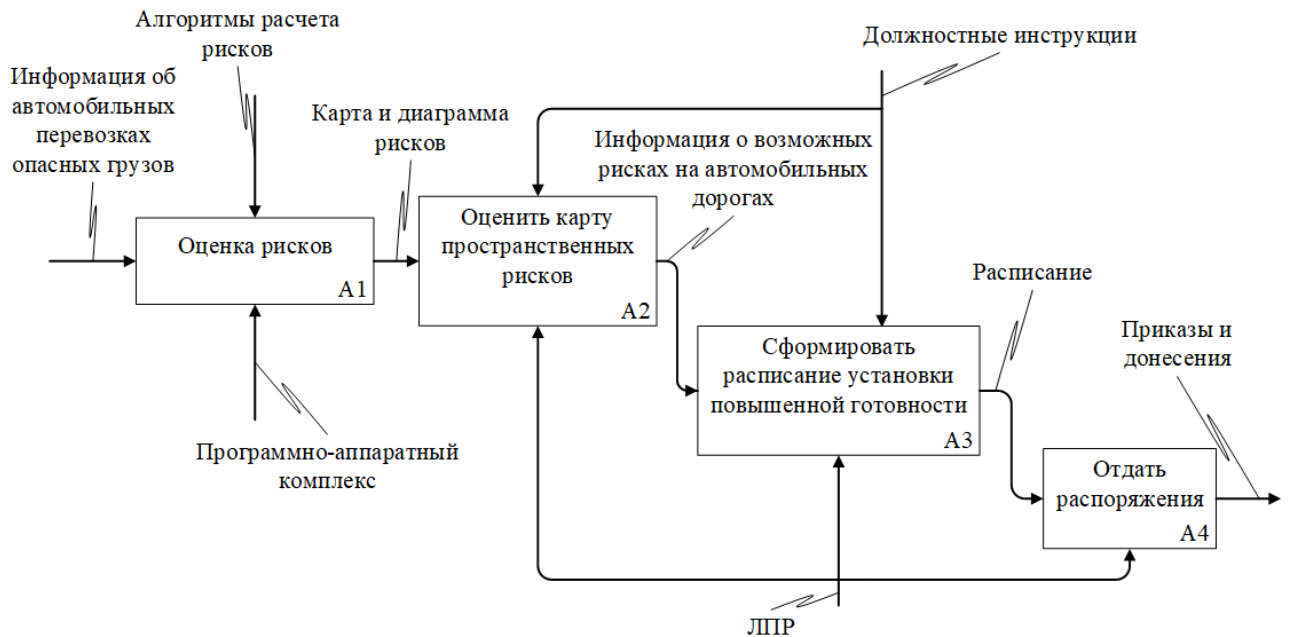


Рисунок 3.13 – Организация управления при использовании карты рисков (функциональная модель IDEF0)

При установке степени готовности служб экстренного реагирования в соответствии с приказом МЧС России от 31.12.2002 г. № 632 «Об утверждении порядка подготовки, представления прогнозной информации и организации реагирования на прогнозы чрезвычайных ситуаций» необходимо проводить соответствующие мероприятия: доведение информации о рисках возникновения опасностей населению и органам, уполномоченным на принятие мер по устранению такой опасности; уточнение планов действий по предупреждению и ликвидации ЧС; определение состава сил и средств экстренных служб, необходимых для усиления имеющейся в районе наблюдения предполагаемой ЧС группировки сил и средств и др.

Описанная методика прогнозирования рисков при перевозке опасного груза автомобильным транспортом и отображения их на картах ГИС позволит оперативному штабу экстренных служб:

- оптимизировать принятие решений по установлению режима повышенной готовности;
- своевременно реагировать на угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций на автомобильных дорогах;
- эффективно использовать временные ресурсы в целях оптимизации использования сил и средств.

3.5. Выводы по третьей главе

1. Описана схема формирования управленческих решений лица, принимающего решения, при внедрении информационных технологий. Данная схема показывает требуемые функциональные блоки для разработки и совершенствования методов получения и обработки информации для задач управления безопасностью транспортной логистики опасных грузов.

2. Построена модель передачи оперативной информации о перевозимом опасном грузе из системы транспортной логистики в систему экстренного реагирования. Вся информация берется из сопроводительной документации, оформляемой при организации перевозки опасного груза. Обеспечение передачи такой информации может быть достигнуто с применением системы электронного документооборота. Доступ к информации обеспечивается через глобальную сеть Интернет по защищенным протоколам связи.

3. Разработаны алгоритмы управления реагированием на инциденты с опасным грузом при внедрении новых информационных технологий, обеспечивающие повышение эффективности управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов.

4. Для поддержки процесса принятия решений ЛПР при управлении силами и средствами РСЧС разработан математический инструментарий – многокритериальные булевы функции от переменных состояния датчиков автоматической идентификации факта аварии и параметров опасных грузов. Данный инструментарий позволяет определить соответствующие элементы управленческого решения для ЛПР экстренных служб по реагированию на инциденты с опасным грузом.

5. Разработаны алгоритмы оперативного прогнозирования рисков автомобильных аварий с опасным грузом в целях формирования расписания установки режима повышенной степени готовности спасательных подразделений.

6. Описан интерфейс информационной подсистемы прогнозирования рисков на базе применения программно-аппаратного комплекса ИАС с геоинформационной системой.

ГЛАВА 4. ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Для достижения поставленных в диссертационной работе целей автором разработан программно-аппаратный комплекс информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью АТОГ, содержащий набор датчиков, веб-портал, базы данных и программные модули. В четвертой главе разработана архитектура программно-аппаратного комплекса ИАС управления в системе обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов. Описаны требования к интерфейсу информационной подсистемы ИАС с точки зрения эффективности действия лица, принимающего решения, при реагировании на автомобильные аварии с опасным грузом. Проведена оценка эффективности внедрения предлагаемого программно-аппаратного комплекса ИАС.

4.1. Разработка архитектуры новых информационных технологий мониторинга и поддержки управления

4.1.1. Обоснование требований к архитектуре программно-аппаратного комплекса

В состав предлагаемой архитектуры включены следующие компоненты:

- сервер, обеспечивающий прием пакетов информации, поступающей по каналам сотовой связи;

- сервер геоинформационной системы;
- сервер метеоданных;
- веб-серверы;
- клиентские устройства (персональные компьютеры, ноутбуки, смартфоны, терминалы и др.)

Такая архитектура является «клиент-серверной» [74], обладающей трехуровневой схемой построения [75], где вычислительные нагрузки, а также задачи хранения и обработки данных распределены между серверами – поставщиками услуг.

Система, построенная на базе «клиент-серверной» архитектуры, представляет собой Web-совместимое интегрированное инструментальное средство доступа к информации (сбору, поиску и анализу информации), с помощью которой возможно более оперативно обрабатывать разнородные множества текстовой и графической информации [74]. Данная система называется системой электронного документооборота (СЭД). Повышение эффективности управления за счёт применения СЭД доказано рядом научных публикаций [76, 77].

Для организации мониторинга и обеспечения безопасности внедряемая СЭД в соответствии с предлагаемой классификацией [74] должна быть ориентированной на поддержку управления организацией и накопления знаний, дополнительно обеспечивать поддержку совместной работы. Это в свою очередь позволит проводить совместную работу людей и организаций, даже если они разделены территориально, и сохранить результаты этой работы [78]. Наиболее удачное решение подобных задач – организация веб-портала [74]. Веб-портал обеспечивает внесение информации, контроль и предоставление её через интернет-сети по защищённым каналам связи [79].

Взаимодействие между серверами и клиентскими устройствами осуществляется с помощью сетевых протоколов [80]. По сетевым протоколам

поступают запросы от клиентских устройств к серверам. Серверы, получив запрос, предоставляют свои ресурсы: сервисные функции и данные.

Таким образом, информационная подсистема, построенная по вышеописанной архитектуре, обеспечивает доступность к необходимым ресурсам на различных устройствах. Дополнительным преимуществом является значительно меньший объем работы по написанию кода для программного обеспечения, т.к. отпадает необходимость в разработке и тестировании программного обеспечения для каждого типа клиентского устройства в отдельности.

Другим преимуществом является то, что данные хранятся на удаленных серверах. Это повышает надежность хранения данных, их доступность, а также повышает уровень безопасности доступа к ним, дает возможность разграничения доступа к информации в соответствии с полномочиями пользователей.

Поскольку все вычислительные операции выполняются на сервере, то это позволит использовать компьютеры, обладающие меньшими вычислительными мощностями.

Доступность информационной подсистемы для любых устройств повышает оперативность получения информации. Благодаря этому сотрудники экстренных служб с помощью мобильных компьютерных устройств смогут оперативно оценивать аварийную обстановку в режиме реального времени на месте возникновения аварии.

Поскольку обмен и передача информации осуществляются через Интернет – доступную глобальную сеть, то такую информацию необходимо сделать конфиденциальной и защищенной от открытого доступа. Для этого необходимо использовать технологию Virtual Private Network – технологию, обеспечивающую защищенное сетевое соединение между серверами поверх сети Интернет [81]. Между каждой парой «отправитель-получатель данных» устанавливается туннельное соединение, обеспечивающее передачу данных в зашифрованном виде при успешной аутентификации [82].

Одним из недостатков такой архитектуры является требование постоянного Интернет-соединения для обмена информацией между клиентскими устройствами и серверами. Вторым недостатком является то обстоятельство, что в случае сбоя какого-либо сервера может парализоваться работа программного обеспечения на всех клиентских устройствах, подключенных к данному серверу. Для снижения рисков от сбоев серверов возможны варианты реализации механизма дублирования их и репликация хранимых данных – синхронизация копий данных на нескольких серверах. Однако это может привести к росту затрат на закупку необходимого дублирующего серверного оборудования.

Одновременное подключение большого числа клиентских устройств к серверу приводит к дополнительной нагрузке, что негативно сказывается на скорости обновления информации на всех устройствах. Для повышения быстродействия при повышенной нагрузке необходимо приобретать серверы с более мощными техническими характеристиками, что также приводит к увеличению финансовых затрат.

4.1.2. Разработка информационной подсистемы системы управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов

Пакеты информации, содержащие географические координаты и показания датчиков идентификации фактов аварии, передаются от АСН по каналам сотовой связи на удаленный сервер. На данном сервере настроены сетевые порты, по которым специальным серверным программным обеспечением «прослушиваются» поступления пакетов. Адресация отправки пакетов настраивается в программном конфигураторе АСН. В адресацию включены сетевой адрес удаленного сервера и порт прослушивания.

Получив пакеты данных, специальное ПО проводит их расшифровку и последующую запись в базу данных – совокупность взаимосвязанных данных, организованных в соответствии со схемой базы данных таким образом, чтобы с ними мог работать пользователь.

Разрабатываемая база данных должна обладать следующими свойствами [83]:

- независимостью данных;
- контролированием избыточности данных;
- обеспечением целостности и правильности данных;
- обеспечением безопасности и секретности.

Организация хранения данных должна быть представлена по реляционной модели. Структура данных представлена в виде таблиц, наиболее широко используемой организации хранения данных в различных отраслях деятельности. Такая модель обладает простым и в то же время мощным математическим аппаратом, опирающимся главным образом на теорию множеств и математическую логику, обеспечивающим теоретический базис реляционного подхода к организации БД. Также имеется возможность ненавигационного манипулирования данными без необходимости знания конкретной физической организации баз данных во внешней памяти [84].

Архитектура базы данных хранения информации о показаниях состояния системы «автомобильный транспорт – опасный груз» представлена на рисунке 4.1. Данная архитектура содержит тот минимальный набор данных, который предоставляет необходимую полноту информации в случае возникновения аварии на автомобильном транспорте с опасным грузом.

Полученные пакеты расшифровываются и записываются в таблицу «Данные пакеты». Таблица содержит следующие поля:

- даты отправки и приема пакетов информации;
- географическая широта и долгота;
- скорость и направление движения;

– дополнительная информация.

Поле «Дополнительная информация» содержит структуру данных показаний датчиков автоматической идентификации фактов аварии. Это поле рекомендуется представить в формате XML – текстовый формат данных, написанных по структуре команд универсального расширяемого языка.

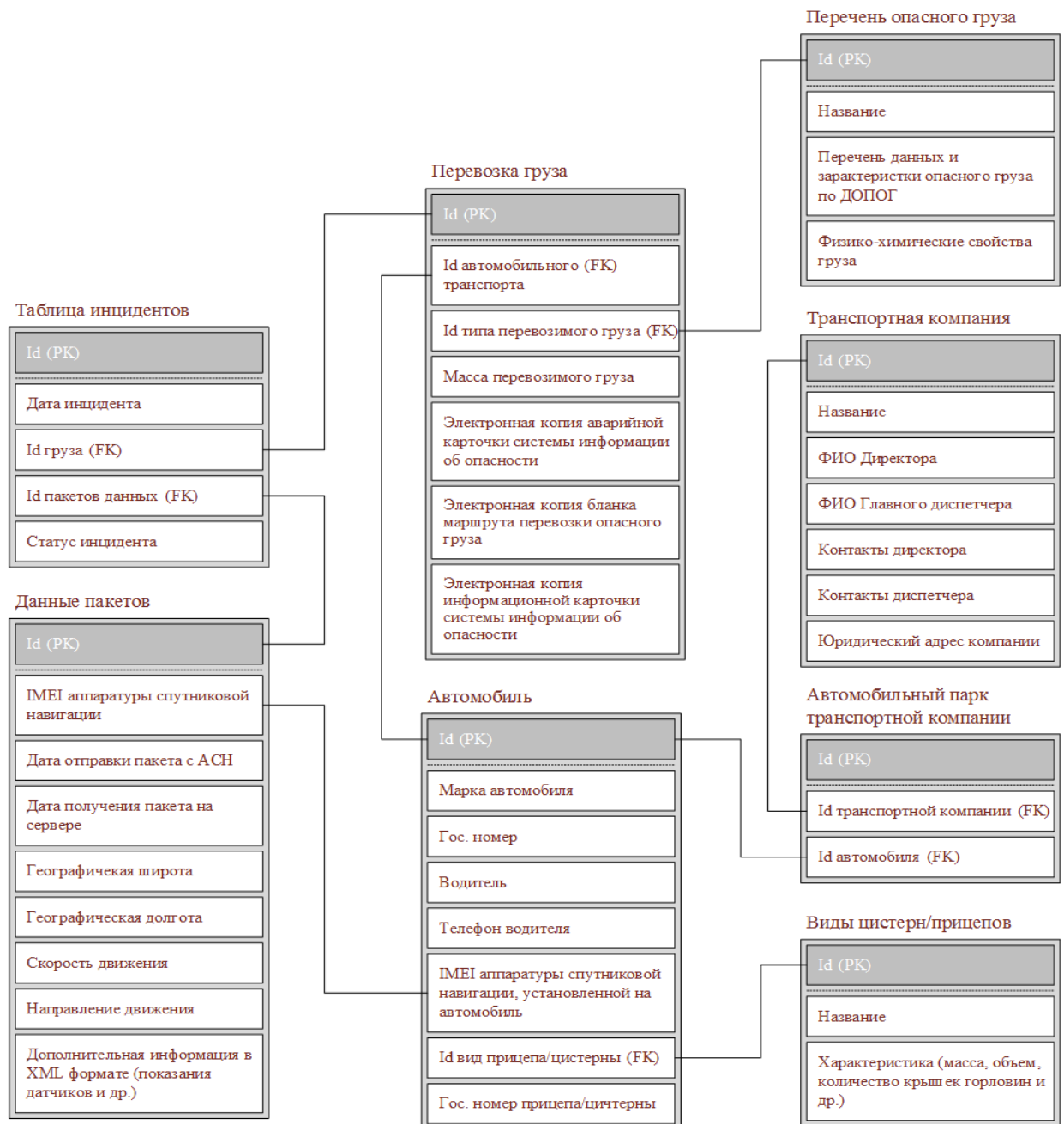


Рисунок 4.1 – Архитектура базы данных на сервере приема пакетов информации с аппаратуры спутниковой навигации

Формат XML имеет ряд преимуществ [85]:

- независимость: XML обеспечивает совместимость данных при их обмене на различных программных платформах;
- поддержку производителями: во многие СУБД и языки программирования по умолчанию включены библиотеки для работы с XML;
- расширяемость: в процессе работы с XML-форматом его структуру можно динамически изменять, добавлять, удалять новые поля данных;
- иерархичность: XML позволяет легко описывать сложные структуры данных с неограниченной вложенностью объектов;
- открытость: XML-документы существуют в форме обычного текста, который можно подготовить, передать, прочитать, исправить обычными текстовыми редакторами.

Поскольку для определенных групп автомобильного транспорта в зависимости от типа перевозимого опасного груза подбирается определенный набор датчиков автоматической идентификации факта возникновения аварии, то благодаря XML-формату имеется возможность передачи пакетов информации АСН с любой конфигурации состава датчиков на единую базу данных, установленную на сервере приема пакетов информации. При этом количество полей, содержащих показания каждого датчика в XML-документе, может быть неограниченным.

Идентификация автомобильного транспорта, с которого поступил пакет информации, осуществляется по полю «IMEI аппаратуры спутниковой навигации». IMEI – это обычно 15-разрядный, числовой международный идентификатор мобильного оборудования связи. Номер IMEI привязывается к автомобильному транспорту. Информация об автомобильном транспорте хранится в таблице «Автомобиль». Данная таблица содержит следующие поля:

- марка автомобиля;
- государственный номер автомобиля;

- ФИО водителя и его телефон;
- IMEI АСН, установленной на автомобиле;
- внешний ключ на таблицу «Виды цистерн/прицепов»;
- государственный номер прицепа/цистерны.

Таблица «Виды цистерн/прицепов» является справочником, содержащим подробное описание характеристик прицепов или цистерн: размеры, грузоподъемность, полная масса, количество осей, объём цистерны, количество секций, крышек горловин и др.

Перевозкой опасных грузов в большинстве случаев занимаются целые коммерческие транспортные компании. В случае возникновения аварии с автомобильным транспортом, перевозящим опасный груз, оперативному дежурному для получения дополнительной информации иногда необходимо связаться с транспортной компанией. Для предоставления информации о транспортных компаниях служат таблицы «Транспортная компания» и «Автомобильный парк транспортной компании». Таблица «Транспортная компания» может включать следующую информацию:

- название транспортной компании-грузоперевозчика;
- ФИО директора и его контакты;
- ФИО главного диспетчера и его контакты;
- юридический адрес компании.

В таблице «Автомобильный парк транспортной компании» содержатся поля внешних ключей на таблицы «Автомобиль» и «Транспортная компания».

Информация о перевозке опасного груза автомобильным транспортом записывается в таблице «Перевозка груза». Данная таблица содержит следующие поля:

- автомобильный транспорт, осуществляющий перевозку (внешний ключ на таблицу «Автомобильный транспорт»);
- перевозимый опасный груз (внешний ключ на таблицу «Перечень опасного груза»);

- масса перевозимого опасного груза;
- электронная копия аварийной карточки системы информации об опасности;
- электронная копия бланка маршрута перевозки опасного груза;
- электронная копия информационной карточки системы информации об опасности.

Аварийная карточка, бланк маршрута и информационная карточка заполняются в соответствии с правилами ДОПОГ [2]. Они содержат информацию, необходимую для принятия управленческих решений на ликвидацию последствий аварии. Электронные отсканированные копии этих документов загружены в базу данных.

Поле «Перевозимый груз» внешним ключом ссылается на таблицу-справочник «Перечень опасных грузов». Данная таблица содержит список всех опасных грузов, разрешенных к перевозке автомобильным транспортом. Дополнительно в таблицу включено поле формата XML, содержащее физико-химические свойства некоторых химических веществ, необходимых для расчёта прогноза развития аварийной обстановки в случае возникновения аварии.

Данные о фактах возникновения аварии записываются в таблицу «Данные об инцидентах». Минимальный набор необходимых данных по инцидентам может включать в себя:

- дату возникновения инцидента;
- внешний ключ на таблицу «Перевозка груза»;
- внешний ключ на таблицу «Данные пакетов»;
- статус инцидента: факт аварии, ложный сигнал, техническая неисправность датчика.

Описанная архитектура базы данных имеет минимальный набор таблиц, необходимый для оповещения и принятия управленческих решений. Состав базы данных может дополняться новыми таблицами, кроме этого возможно

изменение количества полей в уже представленных таблицах. Часть таблиц в виде отдельной базы данных может быть перенесена на другие удаленные серверы для более эффективного распределения вычислительных нагрузок.

4.1.3. Применение геоинформационных технологий в системе обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов

Осуществление комплексного мониторинга подвижных объектов, перевозящих опасный груз, а также обеспечение полного представления в пространственном и пространственно-временном аспектах аварийной обстановки в случае возникновения факта аварии необходимо:

- обеспечить в режиме реального времени отображение объекта мониторинга на цифровых картах;
- в случае фиксирования возникновения факта аварии на автомобильном транспорте с опасным грузом отобразить зоны аварийной обстановки на цифровых картах разного масштаба.

Для решения поставленных задач должна быть использована геоинформационная система (ГИС) [86], являющаяся структурно и организационно упорядоченным множеством функциональных подсистем для сбора, хранения, обработки, анализа и распространения геоинформации – пространственных данных об объектах земной поверхности и окружающего пространства, природных и общественных процессах и явлениях окружающего мира, а также для решения различных задач сферы человеческой деятельности (медицина, экология, экономика, демография и др.) и представления результатов в удобной для визуального восприятия форме.

Совокупность компьютерных методов сбора, хранения, пространственного, пространственно-временного анализов, обработки геоинформации и решения задач составляют предмет геоинформационных технологий. Геоинформационные технологии и системы, без сомнения, являются самыми перспективными средствами геоинформационного обеспечения задач комплексного мониторинга, при решении которых требуется представление о меняющихся во времени пространственных данных об экологических, медицинских и других ситуациях, важных для здоровья человека, на цифровой картографической основе.

Для реализации ГИС в разрабатываемом ПАК ИАС рекомендуется использовать серверные ГИС, которые обеспечивают получение пространственных данных через сети Internet. В состав серверной ГИС включены собственная СУБД и серверные приложения. Взаимодействие серверной ГИС с клиентскими устройствами конечных пользователей обеспечивается через веб-сервер.

Веб-сервер отслеживает поступление запросов с клиентских устройств на отображение пространственной информации. Запрос от клиентских устройств может включать в себя: отображение карты по указанным географическим координатам определенного масштаба; запрос на изменение масштаба карты; запрос на отображение выбранного объекта слежения и др. Веб-сервер в свою очередь проверяет доступность получения данных в соответствии с установленными правилами разграничения доступа. В случае соответствия их установленным правилам перенаправляет эти запросы на ГИС-сервер. Сервер ГИС, получив запросы, передает в ответ массив геоданных веб-серверу, который в свою очередь передает полученный массив обратно клиентским устройствам. В случае же возникновения аварийной ситуации веб-сервер, получив географические координаты места аварии, запрашивает необходимые геоданные у ГИС сервера и на полученной карте накладывает слои зон аварийной обстановки. Затем отправляет сформированную карту со слоями зон клиентским устройствам.

Вышеописанная схема имеет информационную структуру, опирающуюся на распределенные источники информации, что обеспечивает легитимность и актуальность данных для принятия управленческих решений [87].

В настоящее время ГИС разрабатываются многими коммерческими IT компаниями, государственными учреждениями и сообществами разработчиков программного обеспечения с открытым кодом. Наиболее популярной ГИС, используемой в государственных учреждениях, является отечественная ГИС «Панорама». Среди зарубежных ГИС можно отметить мощный программный комплекс ArcGIS, имеющий интегрированный набор программных пакетов ГИС для внедрения ГИС-функциональности и бизнес-логики (процедур использования пространственных данных) в разных прикладных сферах [88]. Также существуют ГИС, ориентированные в первую очередь на интернет-пользователей, при этом обеспечивающие достаточно необходимый минимум пространственных данных для принятия управленческих решений: Google Maps, Here Maps, Bing Maps, Яндекс Карты и др. Однако данные сервисы имеют лицензионные ограничения при использовании для негражданских целей.

Наиболее доступным программным комплексом ГИС является OpenStreetMap [89], являющийся некоммерческим проектом, созданным и развиваемым силами сообщества. С данной ГИС проводились многие исследования на установление качества предоставляемой пространственной информации. Многие эксперты подчеркивают, что OpenStreetMap имеет достаточно точную информацию, поскольку построение карт этой ГИС опирается на точные координаты GPS-трекеров, а не на менее точные, часто плохо привязанные спутниковые снимки [90]. Данная ГИС используется в нашем программно-аппаратном комплексе. В процессе внедрения и применения ГИС подтверждаются простота и точность предоставляемых данных.

В процессе анализа последствий аварий с участием автомобильного транспорта с опасным грузом установлено, что на основные параметры аварийной обстановки, особенно при выходе АХОВ, влияют метеоусловия в месте происшествия.

Региональные штабы спасательных подразделений ГО и МЧС России ежедневно получают гидрометеорологические бюллетени, содержащие информацию о погоде по данным наблюдений местных метеостанций. Однако предоставляемая информация имеет критические погрешности с точки зрения проведения расчётов прогноза и принятия по их результатам управленческих решений на ликвидацию последствий аварий.

В целях повышения эффективности оперативного принятия управленческих решений предлагается автоматизировать процесс получения актуальных метеоданных в режиме реального времени с места происшествия. Автоматизация процесса осуществляется с помощью интернет-порталов сервисов погоды. Наиболее широко известными погодными сервисами являются зарубежные: Accuweather, The Weather Channel, Weather Yahoo, а также отечественные: GisMeteo, Яндекс Погода, Гидрометцентр, Foreca и др.

Большинство сервисов предоставляет собственный API – интерфейс прикладного программирования, с помощью которого можно запрашивать необходимые данные из внешних программ. Запрос к API погодных сервисов осуществляется через сети Internet. При возникновении факта аварии подсистема ИАС, получив географические координаты места происшествия, определяет ближайшую метеостанцию, с которой можно получить последние актуальные метеоданные. Для определения такой метеостанции необходимо рассчитать сферические расстояния между метеостанциями и местом происшествия по их известным географическим координатам. Расчет сферического расстояния проводится по сферической теореме косинусов:

$$\Delta\sigma = \arccos \{ \sin \phi_1 \sin \phi_2 + \cos \phi_1 \cos \phi_2 \Delta\lambda \}, \quad (3.1)$$

где ϕ_1 и ϕ_2 – географическая широта места происшествия и метеостанции;

$\Delta\lambda$ – разница географических координат по долготе;

$\Delta\sigma$ – угловое расстояние.

Полученное угловое расстояние переводится в метрическое путем умножения на радиус Земли (6372795 метров).

Однако данная формула приводит к ошибкам при расчете небольших расстояний, связанных с округлением. В этом случае можно применить формулу гаверсинусов:

$$\Delta\sigma = 2\arcsin \left\{ \sqrt{\sin^2 \left(\frac{\phi_2 - \phi_1}{2} \right) + \cos\phi_1 \cos\phi_2 \sin^2 \left(\frac{\Delta\lambda}{2} \right)} \right\} \quad (3.2)$$

От найденной метеостанции, ближайшей к месту происшествия, через инструмент API погодного сервиса запрашиваются метеоданные.

Минимальный набор метеоданных, необходимый для расчёта прогноза развития аварийной обстановки:

- температура воздуха;
- скорость и направление ветра;
- осадки;
- облачность;
- степень вертикальной устойчивости воздуха.

В случае нештатной ситуации с работой сервера метеоданных, когда отсутствует возможность получения актуальных метеоданных, рекомендуется использовать наихудшие погодные условия текущего сезона. Например, при авариях с АХОВ наихудшими погодными условиями являются минимальная скорость ветра, максимальная температура воздуха и отсутствие осадков [91].

4.1.4. Разработка программных средств поддержки управления подразделениями служб экстренного реагирования при автомобильных авариях с опасным грузом

Разработка программных модулей, входящих в состав ПАК ИАС, выполнена в следующих программных средствах:

- серверная часть ПАК ИАС: язык программирования C# в среде разработки Visual Studio 2015 Community;
- веб-портал: языки программирования HTML5, jQuery, JavaScript, фреймворк Twitter Bootstrap;
- картографический сервис: OpenStreetMap, библиотека Leaflet JS;
- базы данных: СУБД Microsoft SQL Server.

Серверная часть ПАК ИАС включает в себя следующий состав программных модулей:

- модуль приема поступающих пакетов информации от АСН;
- модули расчета прогноза аварийной обстановки при выбросе опасного груза;
- модуль метеоданных;
- серверное программное обеспечение.

Перечисленные модули представляют собой динамические библиотеки DLL. Такие библиотеки работают в среде операционной системы семейства Microsoft Windows. Связь между модулями обеспечивается путем указания динамических ссылок в программном коде. Все программы и службы устанавливаются на веб-сервер. В веб-сервере функционирует центральный программный модуль, задачей которого является обеспечение подключения новых модулей расчёта аварийной обстановки или обновление текущих модулей. Изменение и модификация программных модулей проводятся администратором программно-аппаратного комплекса ИАС. Все внесенные

изменения автоматически внедряются во все подключаемые клиентские устройства. Таким образом, возрастает экономия на поддержание и обслуживание всего программно-аппаратного комплекса ИАС. Алгоритм работы программного модуля представлен на рисунке 4.2.

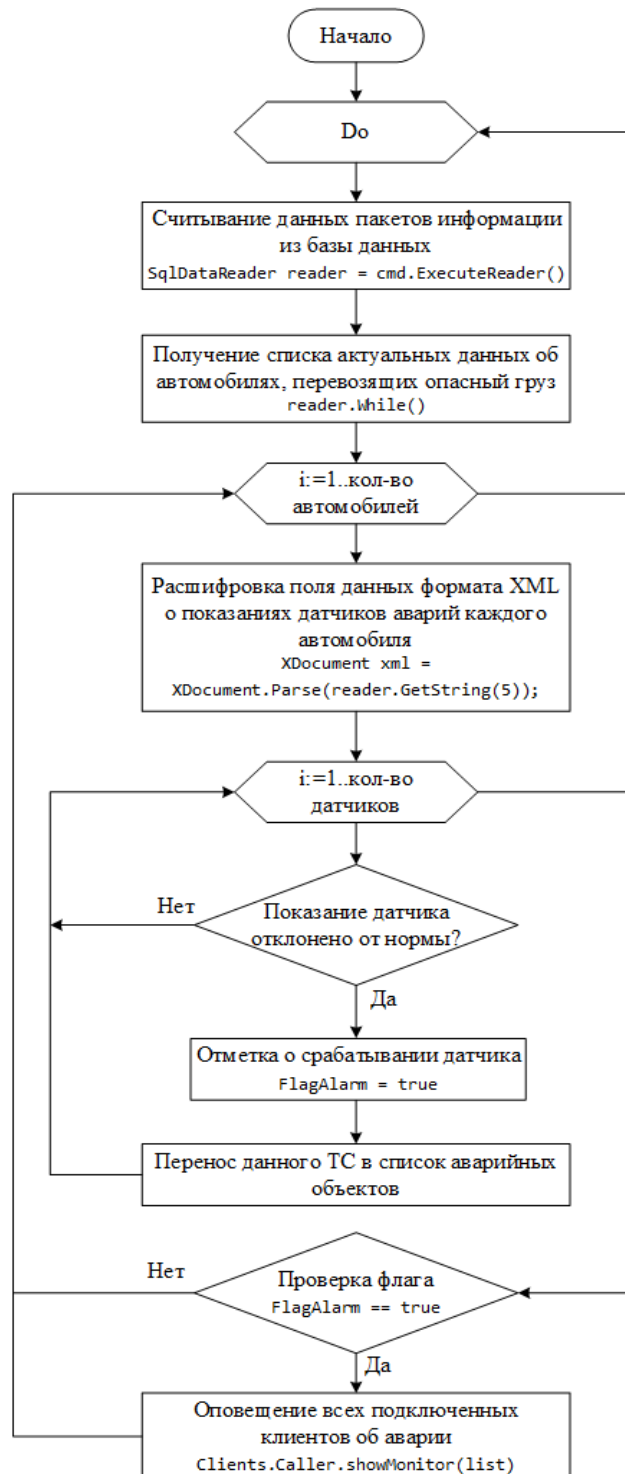


Рисунок 4.2 – Блок-схема алгоритма центрального программного модуля

При идентификации аварийного показания датчиков по типу опасного груза вызывается соответствующий программный модуль расчёта прогноза развития аварийной обстановки. В настоящее время созданы два программных модуля расчёта прогноза развития аварийной обстановки.

1. Модуль программной реализации методики расчёта прогнозирования масштаба заражения АХОВ при авариях на ХОО [92, 93].

2. Модуль программной реализации методики расчета значения избыточного давления во фронте ударной волны [94].

3. Модуль приема поступающих пакетов информации от АСН, установленный на сервере как служба, чтобы обеспечить стабильный прием пакетов даже в случае внезапной перезагрузки сервера [95].

4.2. Описание интерфейса веб-портала программно-аппаратного комплекса

Для достижения поставленных целей информационно-аналитического оповещения об автомобильной аварии с опасным грузом и поддержки принятия решения на ликвидацию последствий аварии автором разработан программно-аппаратный комплекс ИАС [96], в состав которого включены следующие элементы (рисунок 4.3):

1. Аппаратура спутниковой навигации системы ГЛОНАСС/GPS. В настоящее время в соответствии с действующими нормативными актами (Глава 1). АСН устанавливается на все грузовые автомобили, оборудованные для перевозки опасных грузов. Необходимо дополнить требования к функционалу устанавливаемой АСН – наличие CAN интерфейса для подключения внешних устройств.

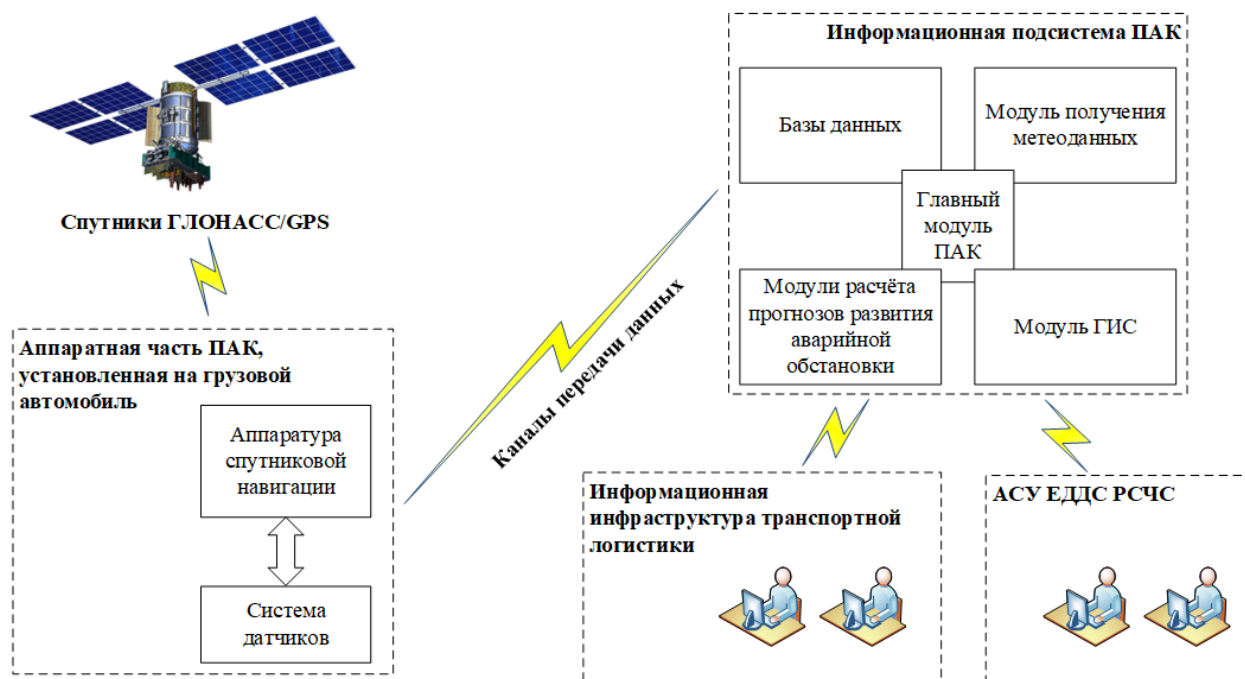


Рисунок 4.3 – Программно-аппаратный комплекс поддержки принятия управленческого решения по ликвидации последствий автомобильных аварии с опасным грузом

2. Система датчиков автоматической идентификации фактов аварии на автомобильном транспорте с опасным грузом.

3. Базы данных.

4. Специальные разработанные программные модули, выполняющие следующие функции: прогнозирование рисков на автомобильных дорогах; прогноз развития аварийной обстановки при инциденте на автомобильном транспорте с опасным грузом; сбор и обработка сведений о перевозимом опасном грузе; автоматический сбор метеоданных с места инцидента и др.

5. Геоинформационная система.

6. Вычислительные серверы с веб-порталом.

Веб-портал включает в себя пользовательский интерфейс для ввода первичной информации о перевозке опасного груза и для вывода оперативной информации. Дополнительно в интерфейс включена электронная карта ГИС с отображением обстановки чрезвычайной ситуации при автомобильной аварии с опасным грузом.

Разработанный интерфейс обеспечивает пользовательские свойства при взаимодействии «человек-система» [97]:

- доступность: пригодность использования программного продукта для людей с различным уровнем подготовки при работе с персональными компьютером;
- результативность: степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированного результата;
- эффективность: связь между достигнутым результатом и использованными ресурсами;
- удовлетворенность: отсутствие дискомфорта при использовании продукции и положительное отношение к ней;
- пригодность использования: свойство системы, продукции или услуги, при наличии которой установленный пользователь может применить продукцию в определенных условиях использования для достижения установленных целей с необходимой результативностью, эффективностью и удовлетворенностью.

При разработке интерфейса соблюдены требования международного стандарта ISO 9000:2000 [98]. Этот стандарт определяет требования к процессам управления в организации и к системе управления качеством, которая используется в организации.

Эти требования учтены при проектировании программных средств поддержки процессов управления.

Спроектированный дизайн интерфейса веб-портала обеспечивает минимизацию усилий пользователя при выполнении работы [99]:

- сокращение длительности операций чтения, редактирования и поиска информации;
- сокращение времени навигации и выбора команды;
- повышение общей продуктивности пользователя, заключающейся в объеме обработанных данных за определенный период времени;

– увеличение длительности устойчивой работы пользователя.

Перечисленные свойства в целом повышают оперативность и эффективность действия оперативного штаба по принятию управленческих решений на ликвидацию последствий аварий с опасным грузом.

В соответствии с вышеописанным перечнем потребителей и источников информации о перевозке опасных грузов и информации об инцидентах интерфейс подпрограммной части программно-аппаратного комплекса ИАС разделен на две части: системы администрирования и интерфейса пользователя.

В интерфейсе системы администрирования выполняются следующие задачи:

- ввод/редактирование информации о грузе;
- ввод/редактирование информации об автомобильном транспорте;
- ввод/редактирование информации о штабах спасательных подразделений;
- ввод/редактирование информации о транспортных компаниях, осуществляющих перевозку опасных грузов;
- контроль работоспособности всей системы.

Интерфейс пользователя включает в себя электронные карты ГИС, на которых отображаются объекты мониторинга в режиме реального времени. В случае возникновения ЧС часть окна интерфейса пользователя отображает информацию о перевозимом грузе, контакты водителя и расчетные данные прогноза развития аварийной обстановки.

4.3. Описание пользовательского интерфейса программно-аппаратного комплекса

Для входа в систему администрирования необходимо пройти авторизацию, введя Email и пароль (рисунок 4.4). Email является уникальным идентификатором пользователя.

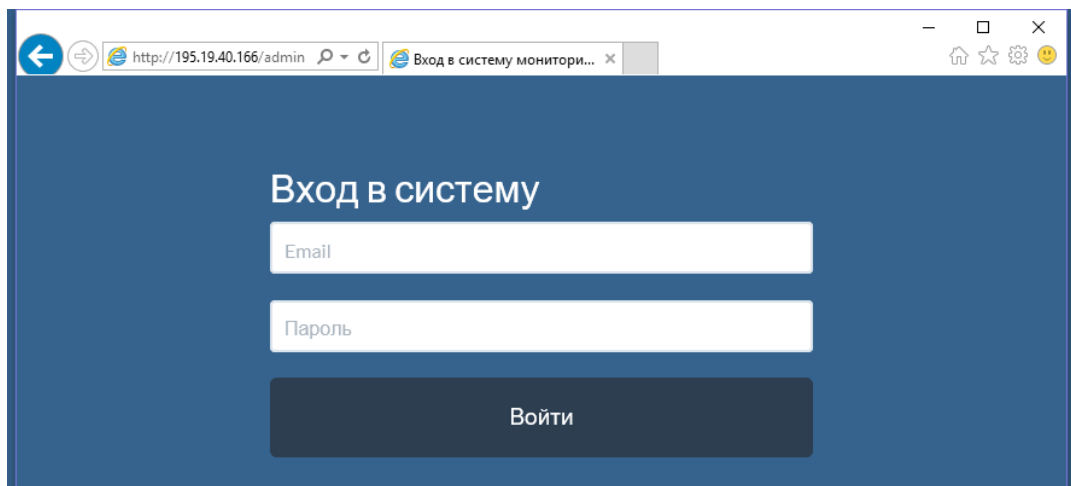


Рисунок 4.4 – Страница авторизации пользователя для входа в систему администрирования

При успешной авторизации пользователь открывает главную страницу системы администрирования, содержащую меню для быстрого перехода к подразделам:

- список грузов, которые перевозятся на данный момент (рисунок 4.5);
- транспорт;
- спасательные подразделения;
- транспортные организации;
- About.

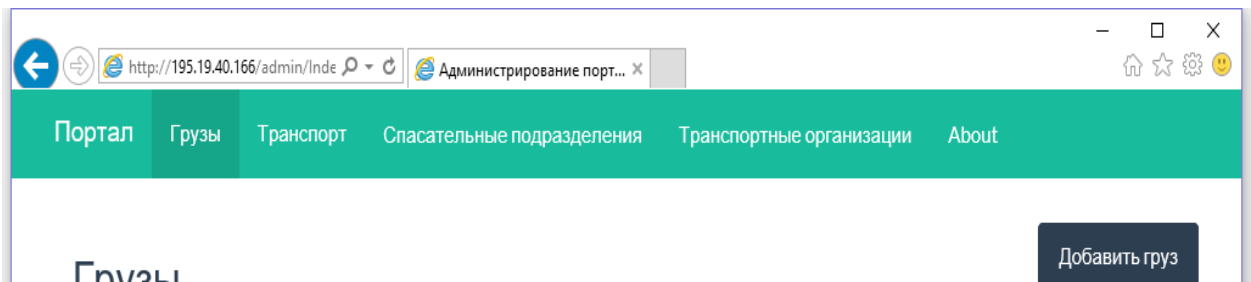


Рисунок 4.5 – Страница списка перевозимого груза

На данной странице имеется следующая информация:

- транспорт, перевозящий груз;
- перевозимый груз;
- масса груза;
- адрес доставки.

При доставке груза в пункт назначения администратор нажимает на кнопку «Закреть».

Кнопка «Добавить груз» вызывает окно ввода информации о новом грузе (рисунок 4.6). Это окно содержит ряд элементов управления в виде выпадающих списков, содержащих информацию, которая берется из справочников: класс груза, вещество и автомобильный транспорт.

Рисунок 4.6 – Окно ввода информации о грузе

Подраздел «Транспорт» (рисунок 4.7) содержит все автомобили, зарегистрированные в системе. Список автомобилей изменяется автоматически: при настройке конфигулятора аппаратуры спутниковой навигации указывается сетевой адрес сервера приема пакетов информации. При первом поступлении пакета информации по указанному адресу система автоматически регистрирует автомобильный транспорт, и в списке «Транспорт» выводится IMEI ASN.

Список «Транспорт» содержит следующие поля:

- IMEI – идентификационный номер аппаратуры спутниковой навигации;
- модель автомобильного транспорта;
- государственный номер;
- ФИО и телефон водителя;
- транспортная организация, владеющая автомобилем;
- груз, если он перевозится в данный момент.

Вся информация, кроме IMEI, редактируется с помощью кнопки «Редактировать».

IMEI	Модель	Гос. номер	ФИО водителя	Телефон водителя	Транспортная организация	Груз
868204003058723	MAN TGX 147	У 456 ПТ 197 RUS	Иванов Петр Алексеевич	+7 926 456 67 67		Нет Редактировать

Рисунок 4.7 – Подраздел «Транспорт»

Подраздел «Спасательные подразделения» (рисунок 4.8) служит справочником для принятия управленческих решений при возникновении ЧС с опасным грузом. При этом на карте ГИС автоматически отображаются ближайшие к месту аварии штабы МЧС России. Вся информация по спасательным подразделениям добавляется и редактируется администратором системы.

Тип подразделения	Название	Состав сил и средств	Адрес	Телефон	Географические координаты	
Спасательное-поисковое	Штаб МЧС СВАО г. Москвы	4 пожарные машины, 75 человек личного состава	Москва, Путевой пр-д, 20, стр. 1	112	55.874577, 37.575783	Редактировать Удалить
Аварийно-спасательное подразделение	ХимСпас	12 автомобилей, 105 человек личного состава	Московская обл., Химки г., ул. Кольцевая, 18		55.883328, 37.445527	Редактировать Удалить
Служба спасения	АГПС МЧС России	4 спец техники, 45 человек личного состава	Москва, ул. Бориса Галушкина, 4		55.825335, 37.649831	Редактировать Удалить

Рисунок 4.8 – Подраздел «Спасательные подразделения»

Подраздел «Транспортные организации» (рисунок 4.9) является справочником по компаниям-грузоперевозчикам. В случае аварии оперативный дежурный может связаться с компанией-грузоперевозчиком для получения дополнительной оперативной информации. Вся информация по компаниям-грузоперевозчикам добавляется и обновляется администратором системы.

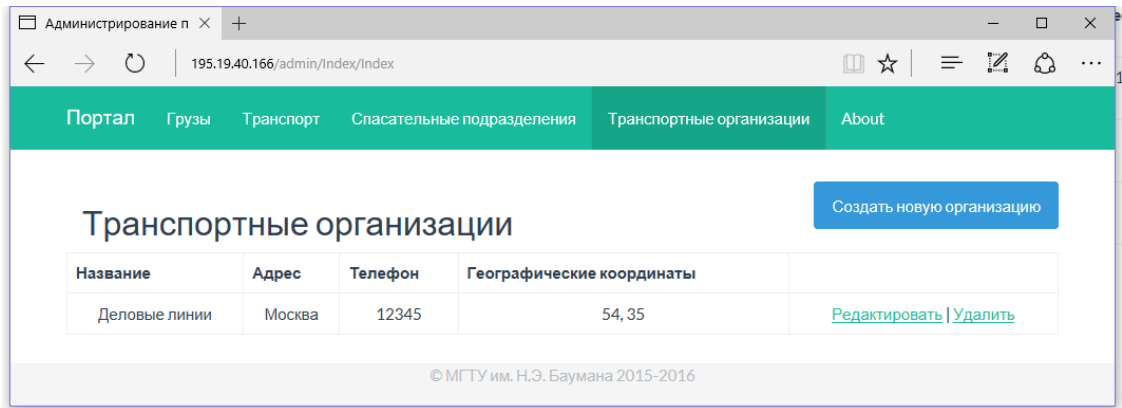


Рисунок 4.9 – Подраздел «Транспортные организации»

Так же, как и в системе администрирования, для входа в систему мониторинга необходимо пройти авторизацию, введя Email – уникальный идентификатор пользователя и пароль (рисунок 4.4).

Карта ГИС занимает большую часть интерфейса пользователя системы мониторинга (рисунок 4.10). После ввода в систему администрирования информации о перевозимом грузе на карте автоматически отображаются объекты мониторинга. При нажатии на объект всплывает информация о поступлении сигнала, перевозимом грузе и состоянии движения.

Список всех отслеживаемых объектов представлен в левой части интерфейса. В списке объектов имеется кнопка «Показать», при нажатии которой на карте в центре показывается выбранный объект.

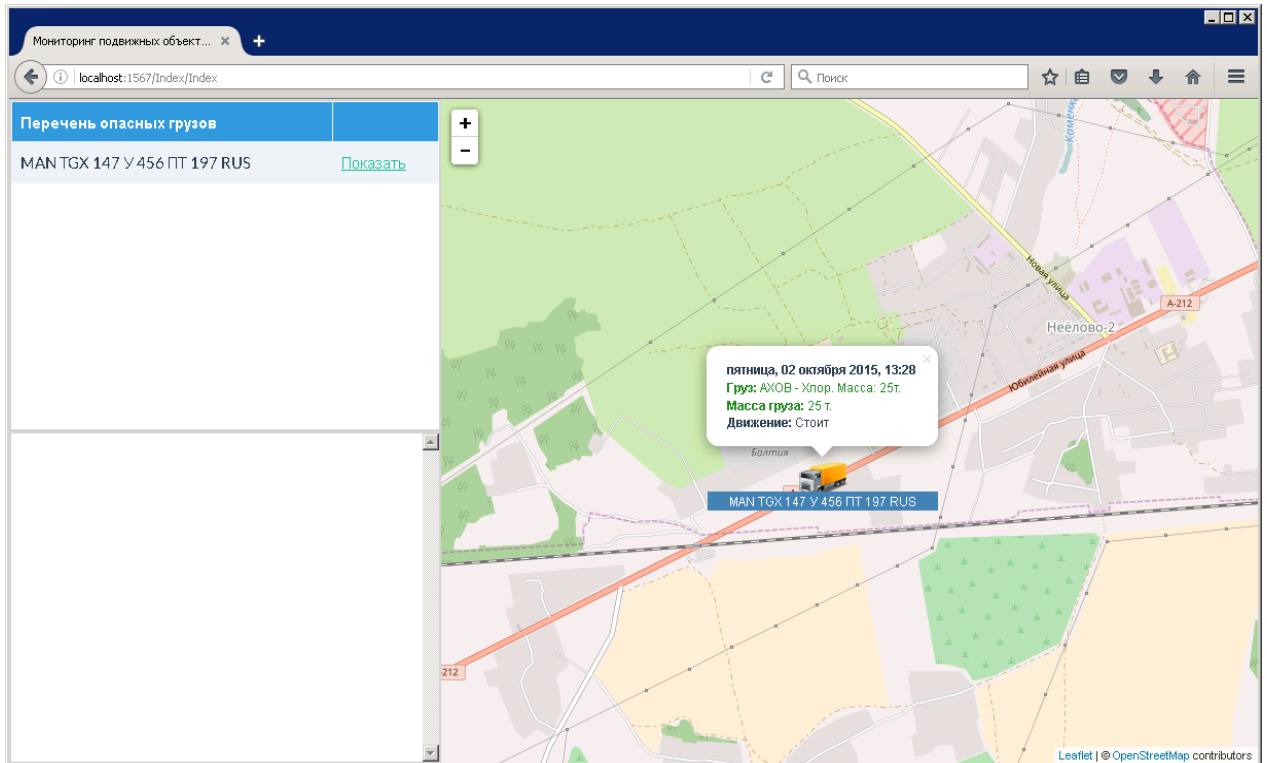


Рисунок 4.10 – Система мониторинга опасного груза

При возникновении аварии система автоматически центрирует карту с объектом – источником аварии (рисунок 4.11) и отображает оперативную информацию: о грузе и перевозчике, метеоданные с ближайшей к месту аварии метеостанции и об аварийной обстановке в зависимости от перевозимого груза.

В случае ложного срабатывания оповещения дежурный диспетчер может нажать на кнопку «Ложное событие». Информация о ложном срабатывании поступает в систему администрирования.

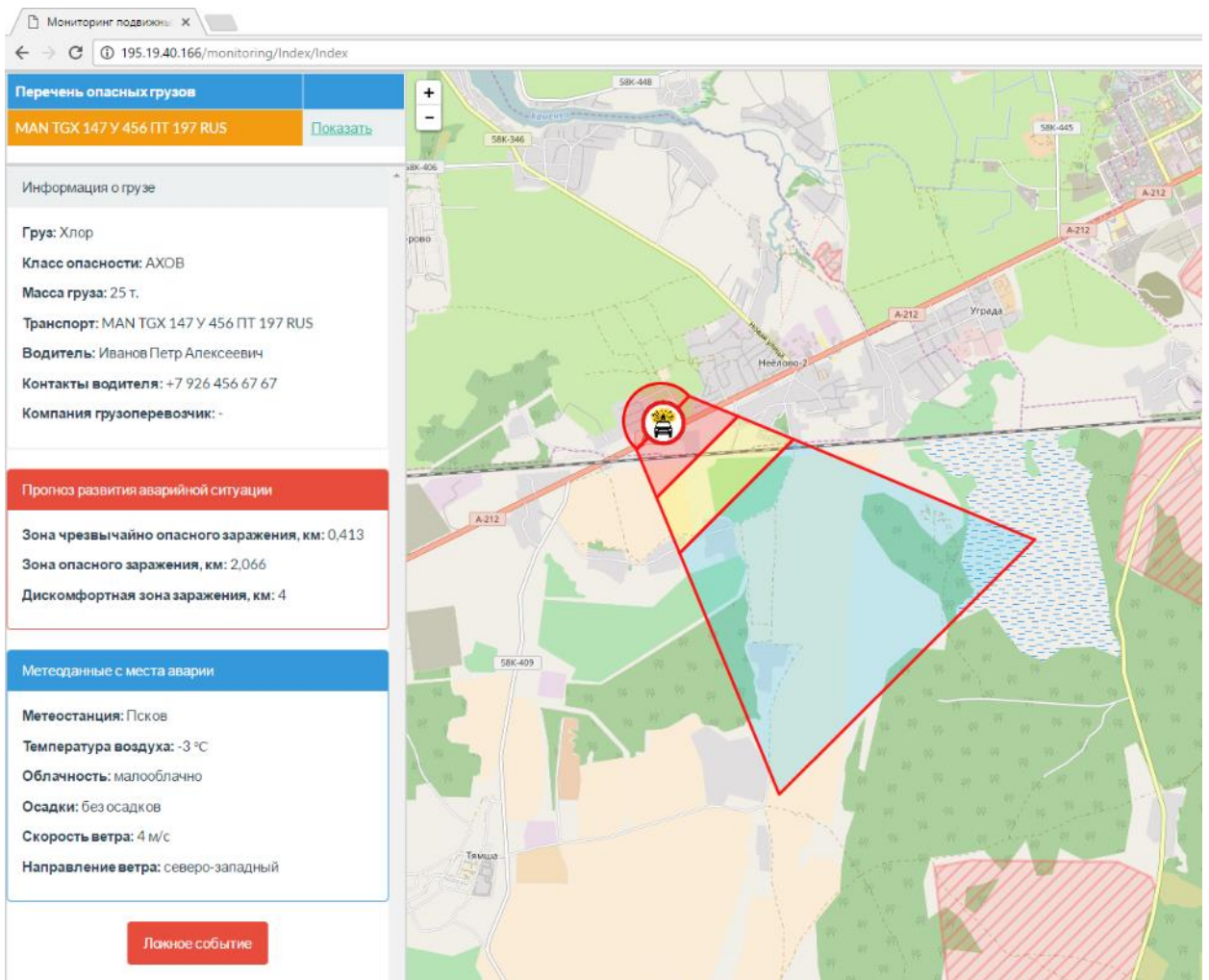


Рисунок 4.11 – Оповещение о возникновении аварии

4.4. Оценка эффективности применения программно-аппаратного комплекса поддержки управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов

Для оценки эффективности применения программно-аппаратного комплекса информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью АТОГ были построены диаграммы Ганта, наглядно иллюстрирующие временные затраты на оповещение и управление по отдаче распоряжений на ликвидацию последствий аварии.

Диаграмма, представленная на рисунке 4.12, показывает временные затраты в случае отсутствия применения ПАК ИАС. Выбирается наихудший сценарий, когда при аварии водитель не в состоянии об этом сообщить. Авария обнаруживается спустя один час очевидцами и сообщается в «Систему-112». Время выдвигения спасательных подразделений к месту ЧС составляет 15 минут.

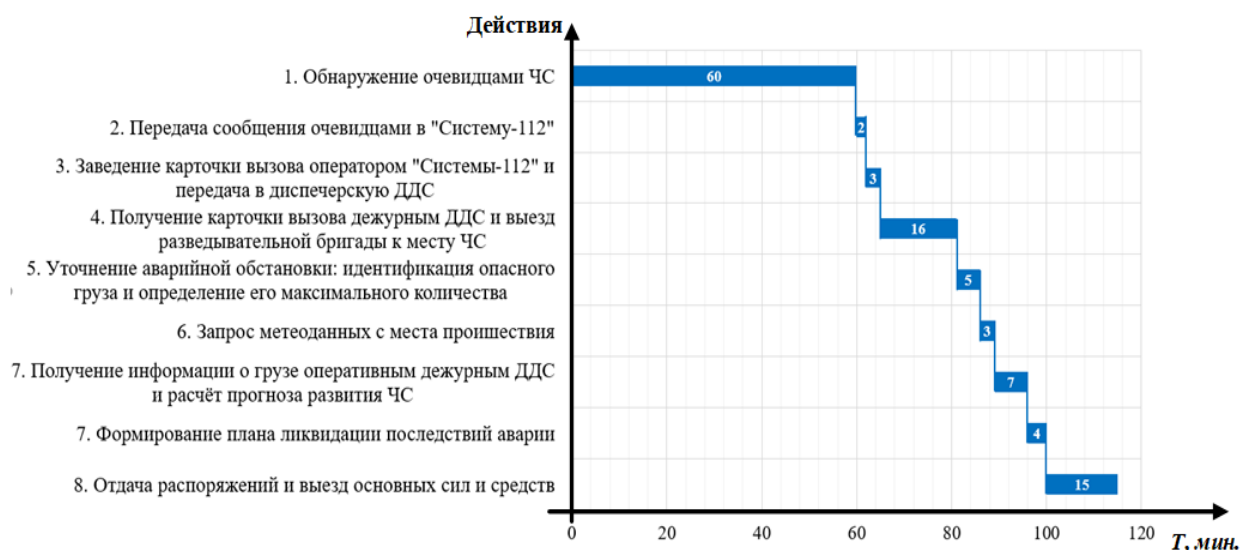


Рисунок 4.12 – Диаграмма Ганта временных затрат на оповещение и реагирование без применения программно-аппаратного комплекса информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов (мин)

На рисунке 4.13 представлена диаграмма Ганта временных затрат на оповещение и управление ликвидацией ЧС при применении ПАК информационно-аналитической системы поддержки управления АТОГ.

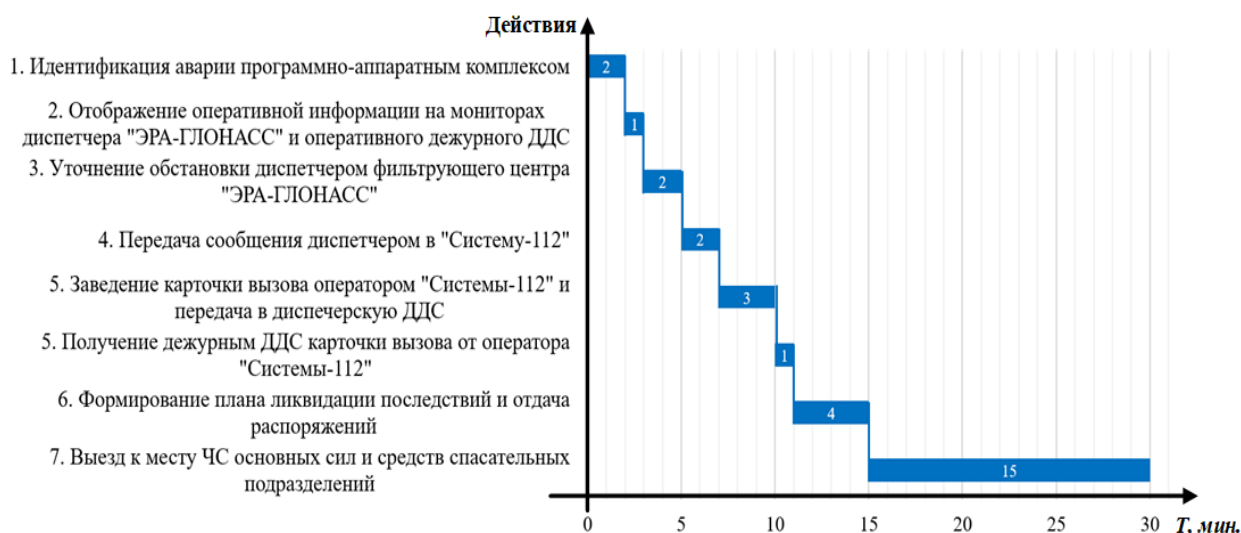


Рисунок 4.13 – Диаграмма Ганта временных затрат на оповещение и управление ликвидацией последствий аварии с применением программно-аппаратного комплекса информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов (мин)

Наряду с сокращением времени поступления сообщения о ЧС в режиме реального времени, предлагаемая ИАС обеспечивает сокращение времени реагирования экстренных служб. Установлено, что применение автоматизированных средств сокращает время реагирования за счет обеспечения оптимизации процесса приема и обработки информации [100-105].

Оценим эффективность применения программно-аппаратного комплекса ИАС для повышения оперативности принятия управленческих решений на ликвидацию последствий автомобильной аварии с опасным грузом. Для этого воспользуемся значениями затрат времени, полученными из диаграмм Ганта. Для случая управления без программно-аппаратного комплекса ИАС – 115 минут (рисунок 4.12). При использовании программно-аппаратного комплекса ИАС – 30 минут (рисунок 4.13).

Оценка эффективности по критерию предотвращённого ущерба зависит от параметра, который положен в основу сравнения. Этот параметр тесно связан с соблюдением норм безопасности при перевозке опасных грузов и качеством управленческих решений. Поэтому в рамках такого подхода

различные мероприятия по повышению качества управленческого решения должны оцениваться с точки зрения снижения уровня данного критического параметра до требуемой величины. В нашей задаче по информационно-аналитическому оповещению об аварии с опасным грузом на автотранспорте для повышения качества решений, принимаемых ЛПР, таким параметром является время.

Воспользовавшись критерием предотвращённого ущерба, найдём его величину:

$$K = \frac{T_c - T_{\text{ПАК}}}{T_c} = \frac{115 - 30}{115} = \frac{17}{23} = 0,739, \quad (4.1)$$

где T_c – время, затрачиваемое на оповещение и управление без применения ПАК ИАС;

$T_{\text{ПАК}}$ – время затрачиваемое на оповещение и управление с применением ПАК ИАС.

Расчёты показывают существенное увеличение оперативности при использовании предлагаемого программно-аппаратного комплекса ИАС.

4.5. Экономический эффект

Автомобильные аварии с опасным грузом наносят значительный социально-экономический ущерб. В результате таких аварий происходят нарушение движения транспортного потока; повреждение инфраструктуры вследствие пожаров или взрывов; нанесение экологического ущерба при выбросе, разливе опасного вещества в окружающее пространство. Значительную часть социально-экономического ущерба при дорожно-транспортном происшествии составляет ущерб в результате гибели и ранения людей, который включает в себя следующие показатели [106]:

– экономические потери из-за выбытия человека из сферы производства;

– социально-экономические потери государства при выплате пенсий по инвалидности и по случаю потери кормильца, а также при оплате лечения в больницах и временной нетрудоспособности;

– социально-экономические потери из-за гибели детей.

Статистика ГИБДД России показывает (таблица 4.1), что за последние 5 лет произошло 44165 аварий по вине водителей грузовых автомобилей, в результате которых погибло 7025 и пострадал 55851 человек [16]. Среднее число погибших в одной аварии с участием грузового автомобиля составляет 0,16 человека. С учетом повышенной степени тяжести последствий аварий с опасным грузом [107] установим среднее число погибших в каждой аварии при перевозке опасных грузов 0,64 человека.

Таблица 4.1. Данные по погибшим и пострадавшим в результате ДТП с участием грузовых автомобилей

	Годы				Всего
	2015	2016	2017	2018	
ДТП	11091	11091	10986	10997	44165
Погибло	1768	1737	1761	1759	7025
Ранено	14048	14174	13876	13753	55851

По данным Росстата РФ, на 2017 год парк грузового автомобильного транспорта в России составлял 6,4 млн единиц. Исходя из ежегодного среднего числа аварий, можно определить, что в год на каждую 1000 грузовых автомобилей происходит 2 ДТП со смертельным исходом. Зная общее количество грузовых автомобилей, оборудованных для перевозки опасных грузов, можно ожидать, что количество аварий с участием таких автомобилей в период 2019-2024 годов может составить 330, в результате которых может погибнуть 211 человек.

Несвоевременное оказание медицинской помощи является одной из главных причин смертности в ДТП. Вследствие несвоевременного оказания медицинской помощи из-за задержки прибытия бригады скорой помощи к месту аварии погибает более 30% пострадавших в ДТП [108, 109].

Согласно существующим методикам [110] определена стоимость социально-экономического ущерба от гибели, ранения и инвалидизации в результате ДТП (таблица 4.2).

Таблица 4.2. Социально-экономический ущерб от ДТП в РФ в 2013 г., млн руб. [110]

	Количество погибших/пострадавших в ДТП, чел.	Итоговый социально-экономический ущерб, млн руб.	Социально-экономический ущерб от гибели/инвалидизации одного человека, млн руб.	% от ВВП
Погибшие	27520	252628	9,2	0,4%
Инвалиды	5603	30500	5,4	0,05%
Раненые	260221	20451	0,8	0,03%
Всего	293344	303579	15,4	0,5%

Далее оценим экономические затраты на внедрение и техническое обслуживание работы программно-аппаратного комплекса ИАС без учета стоимости разработанного в данной работе программного обеспечения:

$$S_p = N_{\text{тр}} * (s_{\text{уд}} + s_{\text{темп}} + s_{\text{пол}} + s_{\text{ур}} \cdot 2) + \frac{N_{\text{тр}}}{n_{\text{мон}}} \cdot s_{\text{мон}} \cdot t_{\text{мес}}, \quad (4.2)$$

где S_p – общие экономические затраты на внедрение и техническое обслуживание программно-аппаратного комплекса, млн руб.;

$N_{\text{тр}}$ – общее количество грузовых автомобилей, оборудованных для перевозки опасных грузов на коммерческой основе ($N_{\text{тр}}=33035$ ед.);

$s_{\text{уд}}$ – средняя стоимость одного датчика удара Analog Devices ($s_{\text{уд}} = 350$ руб.);

$s_{\text{темп}}$ – средняя стоимость одного датчика температуры STMicroelectronics ($s_{\text{темп}} = 500$ руб.);

$s_{\text{пол}}$ – средняя стоимость одного датчика положения ST Microelectronics ($s_{\text{пол}} = 450$ руб.);

$s_{\text{ур}}$ – средняя стоимость одного датчика уровня жидкости Эскаорт ТД-150 ($s_{\text{ур}} = 1200$ руб.);

$n_{\text{мон}}$ – количество транспортных единиц, обслуживаемых одним сервером ПАК ИАС ($n_{\text{мон}} = 60$ ед.);

$s_{\text{мон}}$ – ежемесячная стоимость аренды одного сервера ПАК ИАС мониторинга автомобильного транспорта с опасным грузом ($s_{\text{мон}} = 3500$ руб.);

$t_{\text{мес}}$ – количество месяцев аренды серверов ($t_{\text{мес}} = 60$).

Подставляя в выражение (4.2) приведенные значения параметров, получим, что расходы на внедрение и техническое обслуживание программно-аппаратного комплекса в течение 5 лет составляют $S_p = 180,04$ млн руб.

Оценим экономический эффект при внедрении информационно-аналитической системы поддержки управления АТОГ в систему обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов. При применении ИАС поддержки управления АТОГ осуществляется своевременное прибытие бригад скорой помощи к месту аварии за счет автоматического информирования о ДТП в реальном масштабе времени, что позволяет снизить уровень смертности на 30%. В численном выражении это означает, что может быть спасено 63 человека.

Экономический эффект от внедрения ИАС в систему обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов за счет своевременного спасения людей в течение 5 лет определим по следующей формуле:

$$E = n_{\text{чел}} \cdot s_{\text{соц}} - S_p, \quad (4.2)$$

где $n_{\text{чел}}$ – количество спасенных жизней ($n_{\text{чел}} = 63$ чел.);

$s_{\text{соц}}$ – социально-экономический ущерб от гибели одного человека, млн руб. (с учетом инфляции с 2013 по 2019 годы будем считать $s_{\text{соц}} = 13,9$ млн руб.);

S_p – общие экономические затраты на внедрение и техническое обслуживание программно-аппаратного комплекса, млн рублей.

В результате, подставив указанные значения в выражение (4.2), получим, что экономический эффект от внедрения ПАК ИАС за 5 лет составит 695,66 млн рублей.

4.6. Выводы по четвертой главе

1. Разработаны и описаны общие требования к информационной подсистеме программно-аппаратного комплекса информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов. В целях оптимизации расходов на разработку и поддержание программного обеспечения предложена оптимальная архитектура подсистемы на базе облачных и web-технологий.

2. Описан функционал необходимых программных модулей, обеспечивающих сбор, обработку и хранение необходимой информации для поддержки принятия управленческих решений по ликвидации последствий аварии на автомобильном транспорте с опасным грузом.

3. Построена архитектура базы данных, обладающей оптимальным набором таблиц, необходимым для оповещения и принятия управленческих решений.

4. Разработан действующий макет программно-аппаратного комплекса, содержащий комплект датчиков, базы данных, веб-портал и программные модули. Предложен порядок администрирования и работы пользователей для обеспечения сбора необходимых сведений о перевозимом грузе и передачи их в диспетчерские службы экстренного реагирования при возникновении ЧС на автомобильном транспорте с опасным грузом.

5. Оценку эффективности применения программно-аппаратного комплекса для оповещения об автомобильной аварии с опасным грузом для информационной поддержки принятия управленческого решения провели по критерию предотвращённого ущерба. Результаты расчёта снижения затрат времени на оповещение о ЧС и принятие управленческого решения показали существенный выигрыш во времени, достигающий 70%.

6. Предполагаемый экономический эффект от повсеместного внедрения информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов в течение ближайших пяти лет, определяемый снижением социально-экономического ущерба, составит около 700 млн рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе предлагается ряд научно обоснованных решений, обеспечивающих интеллектуальную поддержку управления безопасностью транспортных систем и направленных на снижение рисков при автомобильной транспортировке опасных грузов. В ходе исследования получены следующие результаты:

1. Моделирование и анализ процессов управления в системе обеспечения безопасности автомобильной перевозки опасных грузов позволили выявить критические недостатки информационно-аналитического обеспечения деятельности персонала транспортной логистики и подразделений служб экстренного реагирования.

2. Выявлено противоречие между существующей организацией мониторинга перевозки, информирования об инцидентах и принятия решений по реагированию при авариях с опасным грузом, с одной стороны, и технологическими предпосылками построения современной информационно-аналитической системы эффективного и оперативного управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов, с другой стороны.

3. Построены функциональные модели и алгоритмы управления системой обеспечения безопасности автомобильной транспортировки опасных грузов; дискретно-событийная модель функционирования системы идентификации инцидентов на транспортном средстве с опасным грузом; модели и алгоритмы принятия решений по управлению рисками и реагированию на инциденты при автомобильной транспортировке опасных грузов. Совокупность моделей и алгоритмов является интеллектуальной основой проектирования информационно-аналитических систем, позволяющих повысить оперативность реагирования на автомобильные

аварии с опасным грузом, а также обеспечить необходимый уровень готовности подразделений аварийно-спасательных служб.

4. Предложен математический инструментарий, основанный на задании многомерных булевых функций от параметров состояния датчиков автоматической идентификации инцидентов при перевозке опасных грузов, обеспечивающий построение алгоритмов генерации элементов управленческого решения по привлечению сил и средств экстренного реагирования, а также необходимых действий и мероприятий при ликвидации последствий аварий с опасным грузом.

5. Обоснованы структура и функции информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов, обеспечивающей значительное повышение оперативности реагирования аварийно-спасательных подразделений и включающей подсистемы управления рисками и реагирования на инциденты.

6. Прогнозируется значительное снижение социально-экономического ущерба от аварий транспортных средств с опасным грузом и их последствий при внедрении информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью автомобильной транспортировки опасных грузов.

Предложенные автором новые подходы к совершенствованию информационно-аналитической системы мониторинга процесса транспортировки опасных грузов позволяют значительно повысить качество и оперативность управления персоналом транспортной логистики и подразделениями служб экстренного реагирования, тем самым создавая реальные предпосылки для существенного снижения социально-экономических потерь при функционировании транспортных систем.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

BCG – The Boston Consulting Group

GPS – Global Positioning System (система глобального позиционирования)

PHMSA – Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration
(Администрация Министерства транспорта США по безопасности трубопроводов и опасных материалов)

АИС – автоматизированная информационная система

АИУС – автоматизированная информационно-управляющая система

АСН – аппаратура спутниковой навигации

АСДНР – аварийно-спасательные и другие неотложные работы

АТОГ – автомобильная транспортировка опасных грузов

АХОВ – аварийно химически опасные вещества

БД – база данных

ГЖ – горючие жидкости

ГИС – геоинформационные системы

ГЛОНАСС – Глобальная навигационная спутниковая система

ГНСС – глобальная навигационная спутниковая система

ДДС – дежурно-диспетчерские службы

ДОПОГ – Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов

ДОУ – документационное обеспечение управления

ИАС – информационно-аналитическая система

ЛВЖ – легковоспламеняющиеся жидкости

ЛПР – лицо, принимающее решения

НЦУКС – Национальный центр управления в кризисных ситуациях

ОГ – опасный груз

ПАК – программно-аппаратный комплекс

ПО – программное обеспечение

РСЧС - единая Государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

СОБ – система обеспечения безопасности

СУ – система управления

СУБД – система управления базами данных

СУГ – сжиженный углеводородный газ

СЭД – система электронного документооборота

ТС – транспортное средство

УГАДН – Управление Государственного автомобильного дорожного надзора

ФОИВ – федеральные органы исполнительной власти

ЧС – чрезвычайная ситуация

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files. GDP (current US\$) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD> (дата обращения: 01.02.2019).

2. ДОПОГ. Европейское соглашение о международной перевозке опасных грузов [Текст] : в 2 т. / Издание Организации Объединенных Наций. – ISBN 978-92-1-439042-8 (в пер.).

3. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 26.01.1996 № 14-ФЗ (ред. от 28.03.2017) // Собрание законодательства РФ, 1996. № 5. – 410 с.

4. ГОСТ 19433-88. Грузы опасные. Классификация и маркировка [Текст]: межгосударственный стандарт: издание официальное: введен Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19.08.88 № 2957 : взамен ГОСТ 19433-81 : введен 01.01.90 / разработан «М-во морского флота СССР», «М-во путей сообщения СССР». – Издание (март 2004 г.) с Изм. № 1, утв. в сент. 1992 г. (ИУС 12-92). – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 47 с.

5. Российская Федерация. Законы. Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Текст]: Федеральный закон № 257, 8 ноября 2007 г. – М: Российская Газета / ФГБУ «Редакция «Российской газеты», – 2007, ноябрь. – Еженед.

6. Российская Федерация. Приказы. Об утверждении порядка выдачи специального разрешения на движение по автомобильным дорогам транспортного средства, осуществляющего перевозку опасных грузов [Электронный ресурс]: приказ Минтранса России № 179 от 4 июля 2011 г. –

Режим доступа: <https://rg.ru/2011/09/23/opasno-dok.html> (дата обращения: 13.04.2019).

7. Российский парк грузовиков: основные показатели [Электронный ресурс] // Аналитическое агентство «АВТОСТАТ». – Режим доступа: <https://www.autostat.ru/infographics/31621/> (дата обращения: 31.12.2018).

8. Доклад Федеральной службы по надзору в сфере транспорта об осуществлении государственного контроля (надзора) в сфере транспорта и транспортной безопасности и об эффективности такого контроля [Электронный ресурс] // Министерство транспорта Российской Федерации, Ространснадзор. – Режим доступа: <http://rostransnadzor.ru/category/deyatelnost/statisticheskaya-informatsiya/> (дата обращения: 10.01.2018).

9. Год работы системы «Платон»: на дороги регионов направлено 22,9 млрд рублей [Электронный ресурс] // Сайт системы взимания платы «Платон». – Режим доступа: <http://platon.ru/ru/front-page/15-11-2016/5981/> (дата обращения: 10.05.2019).

10. Обзор российского транспортного сектора в 2016 году [Текст]. КПИМГ в России и СНГ. – 2017. – 28 с.

11. Road freight transport by type of goods [Электронный ресурс] // Сайт EUROSTAT Statistics explained. – Режим доступа: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Road_freight_transport_by_type_of_goods#Road_freight_transport_of_dangerous_goods (дата обращения: 10.01.2019).

12. Российская Федерация. Приказы. Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за рыночными услугами, туризмом, транспортом и административными правонарушениями в сфере экономики [Электронный ресурс]: Приказ Росстата РФ № 564 от 31 августа 2017 года. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456089880> (дата обращения: 12.02.2019).

13. В ближайшее десятилетие объем перевозок опасных грузов увеличится вдвое [Электронный ресурс] // Деловой авиационный портал. Show Observer Army. – Режим доступа: <http://www.ato.ru/content/v-blizhayshee->

desyatiletie-obem-perevozok-opasnyh-gruzov-velichitsya-vdvoe (режим доступа: 10.01.2019).

14. Зяятдинов, О.М. Основы надежности технических систем и оценки техногенных рисков: Сборник методических документов, применяемых при анализе и оценке техногенных рисков [Текст] / О.М. Зяятдинов, И.В. Черных; под общ. ред. Махутова Н. А. – М. : Союз орг., осуществляющих экспертную деятельность в обл. защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, пром., пожарной и экологической безопасности, 2011. – 416 с. : ил., табл.; 22 см.; ISBN 978-5-9901459-6-2 (в пер.).

15. Правила дорожного движения Российской Федерации: [Утв. Советом Министров – Правительством Рос. Федерации 23.10.93: Введ. в действие с 01.07.94]: [Утв. Правительством Рос. Федерации 08.07.97] : [Утв. МВД России 26.11.96] / Основные положения по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения. – М. : Третий Рим, 1998. – 71 с., [4] л. ил.; 22 см.; ISBN 5-88924-010-2.

16. Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] // Сайт Госавтоинспекции МВД России. – Режим доступа: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 04.03.2019).

17. Научное исследование. Причины дорожно-транспортных происшествий с участием грузовых автомобилей в Европе [Текст] // Международный Союз автомобильного транспорта. – 2007. – 19 с.

18. Корчагина, О.М. Роль статистики в управлении [Текст] / О.М. Корчагина // Электронный научно-практический журнал «ИнноЦентр». – 2015. – № 4(9) – С. 33–35.

19. Гараган, С.А. Внимание – опасные грузы! [Текст] / С.А. Гараган, В.В. Комаров // Вестник Глонасс. – 2014. – № 2(18) – С. 42–53.

20. Очкалова, А.Р. Статистика происшествий и меры по снижению аварийных ситуаций при перевозке опасных грузов : Экономика: проблемы,

решения и перспективы / А.Р Очкалова // Вестник университета. – 2016. – № 6. – С. 92–96.

21. Трясцин, А.П. Улучшение условий и охраны труда водителей, занятых перевозкой опасных грузов в агропромышленном комплексе путем разработки и внедрения инженерно-технических предложений и организационных мероприятий : дисс. кандидата технических наук : 05.26.01. – Орел, 2006. – 216 с. : ил.

22. Кирсанов, А.А. Статистика автомобильных перевозок опасных грузов и происшествий [Электронный ресурс] / А.А. Кирсанов, В.В. Сеницын, В.В. Татаринов, Ю.В. Прус // Технологии техносферной безопасности. – 2018. – № 4(80). – С. 24–35. – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2018-4/02-04-18.ttb.pdf> (дата обращения 22.12.2019).

23. United States Department of Transportation. National Transportation Statistics [Электронный ресурс] / Table 1-50 U.S. Ton-Miles of Freight. – Режим доступа: https://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov.bts/files/publications/national_transportation_statistics/index.html (дата обращения: 17.02.2019).

24. HAZMAT Intelligence Portal. Incident Summary Reports [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.phmsa.dot.gov/hazmat-program-management-data-and-statistics/data-operations/incident-statistics> (дата обращения: 17.02.2019).

25. Российская Федерация. Постановления. Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом [Текст] : постановление Правительства РФ № 272, 15 апреля 2011 г. – М : Российская Газета / ФГБУ «Редакция «Российской газеты», – 2011, апрель. – Еженед.

26. Российская Федерация. Приказы. Об утверждении Правил обеспечения безопасности перевозок пассажиров и грузов автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом и Перечня мероприятий по подготовке работников юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих перевозки автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом, к безопасной работе и

транспортных средств к безопасной эксплуатации [Текст] : Приказ Министерства транспорта РФ от 15 января 2014 г. № 7.

27. Российская Федерация. Законы. О безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] : федеральный закон РФ № 196, 10 декабря 1995 г. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/10105643/> (дата обращения 01.03.2018).

28. Качанов, С.А. Информатизационные технологии поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях: Автоматизированная информационно-управляющая система Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: вчера, сегодня, завтра [Монография] / С. А. Качанов, С. Н. Нехорошев, А. П. Попов; М-во Рос. Федерации по делам граждан. обороны, чрезвычай. ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России), Всерос. науч.-исследоват. ин-т по проблемам граждан. обороны, чрезвычай. ситуациям. Москва: Деловой экспресс, 2011. – 400 с.

29. Топольский, Н.Г. Слуев, В.И. Холостов, А.Л. Информационное обеспечение поддержки принятия решений по спасению людей в опасных ситуациях // Технологии техносферной безопасности. – 2010. – №. 4. – с. 12.

30. Акимов, В.А. Лесных, В.В. Радаев, Н.Н. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах [Текст] // АО «Финансовый издательский дом «Деловой экспресс». – 2004. – С. 352–352.

31. Бутузов, С.Ю. Задачи управления системой информирования и оповещения населения при чрезвычайных ситуациях и пути их решения [Текст] / С.Ю. Бутузов, С.В. Ражников // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов / Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны. – М.: ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России». – 2017. – С. 188–191.

32. Российская Федерация. Постановления. Постановление Правительства РФ от 13 февраля 2018 года № 153 «Об утверждении Правил оснащения транспортных средств категорий М2, М3 и транспортных средств

категории N, используемых для перевозки опасных грузов, аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS».

33. Кирсанов, А.А. Совершенствование процессов управления в системе обеспечения безопасности автомобильных перевозок опасных грузов [Электронный ресурс] / А.А. Кирсанов, В.В. Сеницын, В.В. Татаринов, Ю.В. Прус // Технологии техносферной безопасности. – № 1(83). – 2019. – С. 50–60. – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2019-1/01-01-19.ttb.pdf> (дата обращения 16.01.2020).

34. Российская Федерация. Законы. О Государственной автоматизированной информационной системе «ЭРА-ГЛОНАСС» [Текст] // Федеральный закон № 395 от 28 декабря 2013 г. – М : Российская Газета / ФГБУ «Редакция «Российской газеты», – 2011, апрель. – Еженед.

35. Российская Федерация. Приказы. Об утверждении типовой формы соглашения о порядке информационного взаимодействия между оператором Государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» и уполномоченными органами государственной власти субъектов Российской Федерации, на территориях которых введена в эксплуатацию система обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» [Электронный ресурс] : приказ Министерства транспорта РФ и МЧС России № 293/525 от 1 октября 2015 г. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420308971>.

36. «Система-112» и «ЭРА-ГЛОНАСС» совместно повышают оперативность реагирования служб на ДТП в Подмоскovie [Электронный ресурс] / Сайт Правительства Московской области, раздел «Новости». – Режим доступа: <http://mosreg.ru/sobytiya/novosti/organy/pravitelstvo/sistema-112-i-era-glonass-sovmestno-povyshayut-operativnost-reagirovaniya-sluzhb-na-dtp-v-podmoskove> (дата обращения: 06.04.2019).

37. Методические материалы по созданию системы-112 в субъектах Российской Федерации. –Москва. –2013. – 29 с.

38. Справочник спасателя. Книга 11. Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий [Текст] // МФЦ ВНИИ ГОЧС. – 2006. – 152 с.

39. Ямалов, И.У. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] / И. У. Ямалов. - 2-е изд. (электронное). - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012. - 288 с. : ил., табл.; ISBN 978-5-9963-0839-2.

40. Логиновский, О.В. Построение систем электронного документооборота для органов управления : учебное пособие [Текст] / О.В. Логиновский, В.В. Кокорюкин; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. «Информ.-аналитическое обеспечение упр. в социальных и экономических системах». - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. – 2006. – 159 с. : ил., табл.

41. Барклаевская, Н.В. Лахманова, И.Е. Сравнение методов анализа предметной области / Н.В. Барклаевская, И.Е. Лахманова // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. – 2015. – №. 10–1. – С. 69.

42. Российская Федерация. Приказы. Об утверждении порядка выдачи специального разрешения на движение по автомобильным дорогам транспортного средства, осуществляющего перевозку опасных грузов [Электронный ресурс]: приказ Минтранса РФ № 179 от 4 июля 2011 г. – Режим доступа: <https://rg.ru/2011/09/23/opasno-dok.html> (дата обращения: 13.04.2019).

43. Кузнецов, С.Л. Современные технологии документационного обеспечения управления [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 034700 «Документоведение и архивоведение» / С. Л. Кузнецов. // 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Термика, 2014. – 287 с. : ил., табл.; ISBN 978-5-9904630-4-2 (в пер.).

44. Глущенко, П.В. Актуальные аспекты формирования и применения систем электронного документооборота в управлении [Текст] / П.В. Глущенко // Terra Economicus. – 2011. – Т. 9. – №. 2-2.

45. Кремнева, А.В. Тенденции развития системы межведомственного электронного документооборота / А.В. Кремнева // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки. –№14. –2017. – 5 с.

46. Датчик удара: виды, назначение, установка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autoshcool.ru/4695-datchik-udara-vidy-naznachenie-ustanovka.html> (дата обращения: 16.01.2018).

47. Зайцев, В.В. Противопожарные расстояния между автотранспортными средствами на открытых пространствах [Текст]. : дис. ... канд. техн. наук : 05.26.03. –М., 2006 г. – 122 с. : ил.

48. Долгова, Л.А. Рылякин, Е.Г. Гульмаяров, И.Р. Разработка системы пожаротушения на автотранспортных средствах [Электронный ресурс] / Л.А. Долгова, Е.Г. Рылякин, И.Р. Гульмаяров // Технологии в техносферной безопасности / Пожарная и промышленная безопасность – 2015. – № 2. – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2015-2/06-02-15.ttb.pdf> (дата обращения: 25.01.2019).

49. Гуртовцев, А. Измерения давления в автоматизированных системах [Текст] // В записную книжку инженера / Современные технологии автоматизации: СТА : журнал. –М. : Изд-во «СТА-Пресс», 1996-. – с. 76-89. – 2001; ISSN 0206-975X.

50. Кирсанов, А.А. Обоснование состава датчиков автоматической идентификации ДТП с опасным грузом [Текст] / А.А. Кирсанов, А.И. Карнюшкин, В.В. Сеницын, В.В. Хаустов // Известия Юго-Западного государственного университета. –2015. – № 4 (17). – С. 91–98.

51. Сысоева, С. Общие требования к автомобильным датчикам и системы стандартов [Текст] // Компоненты и технологии –М. : Изд-во ООО «Издательство Файнстрит». – № 6. – 2007. – с. 40–43. – ISSN 2079-6811.

52. ГОСТ 28751-90. Электрооборудование автомобилей. Электромагнитная совместимость. Кондуктивные помехи по цепям питания. Требования и методы испытаний [Текст]. – Введен 1992–01–01. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 16 с.

53. ГОСТ 29157-91. Совместимость технических средств электромагнитная. Электрооборудование автомобилей. Помехи в контрольных и сигнальных бортовых цепях. Требования и методы испытаний [Текст]. – Введен 1993–01–01. – М. : ИПК Изд-во стандартов. – 7 с.

54. Кирсанов, А.А. Автоматизированная система идентификации характера автомобильных аварий с опасным грузом [Электронный ресурс] / А.А. Кирсанов, В.В. Сеницын, Ю.В. Прус // Технологии техносферной безопасности. – 2017. – № 4 (74). – С. 111–115. – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2017-4/19-04-17.ttb.pdf> (дата обращения 22.12.2019).

55. ГОСТ Р 12.3.047-98 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля [Текст]. : - Введ. 2000-01-01 – М. : Стандартиформ, 2000. – 86с.

56. Российская Федерация. Приказы. Критерии информации о чрезвычайных ситуациях [Электронный ресурс] : приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий № 329, 08.07.2004 г. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902066864> (дата обращения: 25.01.2018).

57. Kirsanov A., Tatarinov V. Information support for safety insurance of road transport of dangerous goods // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – Т. 492. – №. 1. – С. 012006.

58. Архипова, Н.И. Управление в чрезвычайных ситуациях : учебное пособие / Н.И. Архипова, В.В. Кульба // Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Российский гос. гуманитарный ун-т. - Москва : РГГУ, 2008. – 473 с. : ил., табл.; 22 см.; ISBN 978-5-7281-0935-8.

59. Государство в облаках. Как новые технологии помогают обществу. [Электронный ресурс] // ИД «Коммерсантъ». – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/3331200> (дата обращения: 01.05.2018).

60. Сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mchs.gov.ru/dop/terms/item/88209/> (дата обращения: 20.09.2018).

61. Машунин, Ю.К. Разработка управленческого решения [Текст] / Ю. К. Машунин // М-во образования и науки Российской Федерации, Дальневосточный федеральный ун-т. – Владивосток: Изд. дом Дальневосточного федерального ун-та. – 1999. – 111 с.

62. Кирсанов, А.А. Информационная поддержка управления перевозкой опасных грузов автомобильным транспортом [Текст] / А.А. Кирсанов, В.В. Сеницын, В.В. Татаринцов // Безопасность в техносфере. – 2019. – № 1. – С. 44–50.

63. О Системе-112 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://112.mchs.ru/about_112 (дата обращения: 04.03.2019).

64. Качанов, С.А. Алгоритм действия операторов «Системы-112» при получении сообщения о происшествии [Текст] / С.А. Качанов и др. // Технологии гражданской безопасности. – 2012. – Т. 9. – №. 3.

65. Основы управления проектами [Текст] : учебно-методическое пособие / И.А. Лещева, Э.В. Страхович ; Санкт-Петербургский гос. ун-т, Высш. шк. менеджмента. - Санкт-Петербург : Высш. шк. менеджмента, 2011. - 93, [1] с. : ил., табл.; ISBN 978-5-9924-0059-5.

66. Кирсанов А.А., Сеницын В.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016660517. Программный комплекс оперативного оповещения дежурных служб МЧС о факте и последствиях автомобильной аварии с опасным грузом (АХОВ и ГВС). Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 16.09.2016 г.

67. Кирсанов, А.А. Моделирование системы поддержки принятия управленческих решений при ликвидации автомобильных аварий с опасным грузом [Электронный ресурс] / А.А. Кирсанов, В.В. Сеницын, В.В. Татаринцов, Ю.В. Прус // Технологии техносферной безопасности. – № 2(84). – 2019. – С.

84–90. – Режим до-ступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2019-2/12-02-19.ttb.pdf> (дата обращения 16.01.2020).

68. Kirsanov A. A., Tatarinov V. V. Mathematical model of decision support system for motor vehicle collision with dangerous goods // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2019. – Т. 2195. – №. 1. – С. 020044.

69. Горбунов, С.В. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Текст] / С.В. Горбунов, Ю.Д. Макиев, В.П. Малышев // Технологии гражданской безопасности. – Мю, 2012. – Т. 9. – № 1 (31). – С. 70–79.

70. Малышев, В.П. Анализ технологий прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Текст] / В.П. Малышев, С.В. Горбунов, Ю.Д. Макиев // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования / Проблемы прогнозирования. – М., 2011. – Т. 1. – № 1(1). – С. 43-53. ISSN 2224-8617.

71. Болов, В.Р. Применение современных технологий, методов мониторинга и прогнозирования в обеспечении системы управления в кризисных ситуациях [Текст] // Проблемы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. – 2010. – С. 88-100.

72. Справочник. Справочник дорожных терминов [Текст] / Экономико-консультационный центр «Экон» ; [В.В. Ушаков и др.]. – М.: Экон : ЭКОН-ИНФОРМ, 2005. - 255 с.

73. Современные технологии защиты и спасения [Текст] / Под общ. ред. Р.Х. Цаликова; МЧС России. – М.: Деловой экспресс, 2007. — 288 с. ISBN 978-5-89644-098-7.

74. Архитектура информационных систем [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 230400 «Информационные системы и технологии» / Б.Я. Советов и др. // М. : Академия, 2012. – 283 с. : ил., табл.; 22 см. ISBN 978-5-7695-8827-3.

75. Исаев, Е.А. Использование трехзвенной архитектуры «клиент-сервер» в современных системах обработки информации [Текст] / Е.А. Исаев,

П.А. Тарасов, В.В. Корнилов, Г.В. Детков // Известия института инженерной физики. – № 3 (37) – 2015. – С. 38–43.

76. Матвиенко, Н.В. Система электронного документооборота как инструмент эффективного управления компанией [Текст] / Н. В. Матвиенко // Документоведение и архивоведение: традиции и перспективы развития. - Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ. – 2009. – С. 93-95.

77. Мирошниченко, М.А. Электронный документооборот - эффективная поддержка функций управления корпорацией [Текст] / М. А. Мирошниченко // Документоведение и архивоведение: традиции и перспективы развития. - Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ. – 2009. – С. 95-98.

78. Широков, А.Н. Обеспечение сетевого взаимодействия и информационной безопасности в системе генерации многоуровневых программных комплексов клиент-серверной архитектуры : диссертация ... кандидата технических наук : 05.13.11. - Москва, 2005. - 156 с. : ил.

79. Cui Y, Wang L, Wang Y, Xia S and Wang X 2016 End-to-end coding for TCP IEEE Network 30(2), pp.68-73.

80. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / В. Олифер, Н. Олифер. – 4-е изд. – М. [и др.] : Питер, 2010. – 943 с. : ил.; 24 см. – (Учебник для вузов); ISBN 978-5-49807-389-7.

81. Волков, В.Ю. Луэ Ху Дык. Проблема защиты информации в системах управления с удаленным доступом и вариант ее решения // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – Тула. – 2013. – С. 65-70.

82. Абдурайимов, Л.Н. Особенности создания VPN соединений [Текст] / Л.Н. Абдурайимов, Р.А. Мамбетов // Информационно-компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере. – Симферополь: ГБОУ Республики Крым «Крымский инженерно-педагогический университет», 2017. – С: 152-159.

83. ГОСТ 34.321-96. Информационные технологии. Система стандартов по базам данных. Эталонная модель управления данными [Текст]. введён впервые : введён 2001–07–01 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2001 г. – III, 23 с.

84. Бураков, П.В., Петров В.Ю. Введение в системы баз данных: Учебное пособие [Текст]. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 128 с.

85. Миронов, В.В., Шакирова Г.Р. Концепция динамических xml-документов [Текст] / В.В. Миронов, Г.Р. Шакирова // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета – 2006. – 8 том. – № 5. – Уфа : Уфимский гос. авиационный технический ун-т, 2000-. – 29 см.; ISSN 1992-6502.

86. Топольский, Н.Г. Системотехнические основы информационных технологий предупреждения и ликвидации ЧС [Текст] / Н.Г. Топольский, И.М. Тетерин, С.А. Качанов // Матер. XV науч.-техн. конф. «Системы безопасности»-СБ-2006 // М.: Академия ГПС МЧС России. – 2006.

87. Шарапов, Р.В. Некоторые аспекты применения ГИС в чрезвычайных ситуациях [Текст] / Р.В. Шарапов, О.В. Афанасьева, Г.А. Лакин // Успехи современного естествознания. – 2004г. – № 7. : научно-теоретический журнал / Академия естествознания. – М. : Акад. естествознания, 2002-. – 21-29 см.; ISSN 1681-7494.

88. Сайфутдинова, Г.М. Геоинформационная система поддержки принятия решений при прогнозе и ликвидации аварийных разливов нефти на магистральных нефтепроводах : дисс. кандидата технических наук : 05.26.03, 05.13.01. – Уфа, 2006. – 198 с. : ил.

89. ГИС-портал OpenStreetMap [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.openstreetmap.org (дата обращения: 26.01.2019).

90. Тянь, И.А. Повышение качества высокотехнологичной продукции на основе сетецентрических механизмов привлечения ресурсов : дисс. ... кандидата экономических наук : 08.00.05 / Тянь Ирина Анатольевна; [Место

защиты: Рос. науч.-техн. центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия]. – М., 2012. – 156 с. : ил.

91. Кирсанов, А.А. Влияние метеоусловий, количества и свойств аварийно химически опасных веществ на параметры зоны химического заражения [Текст] / А.А. Кирсанов, Е.В. Кожемякина, В.В. Сеницын // Безопасность в техносфере. – 2016. – № 3 (60). – С. 71–77.

92. Кирсанов А.А., Сеницын В.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015662165. Программное обеспечение исследования влияния массы, метеоусловий, токсичности и физико-химических свойств АХОВ на параметры зоны химического заражения. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 18.11.2015 г.

93. Kirsanov A. A., Tatarinov V. V., Prus U. V. Decision support software for chemical accident elimination management // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2019. – Т. 2195. – №. 1. – С. 020076.

94. Кирсанов, А.А. Оперативная оценка параметров ударной волны при взрыве газозооной смеси [Электронный ресурс] / А.А. Кирсанов, А.Б. Богданович, В.В. Сеницын, В.В. Татаринов // Технологии техносферной безопасности. – 2016. – № 3 (67). – С. 112–116. – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-3/16-03-16.ttb.pdf> (дата обращения 22.12.2019).

95. Kirsanov A. A., Tatarinov V. V. Designing a hardware and software packages for accidents informing on automobile transport with dangerous goods //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2019. – Т. 2195. – №. 1. – С. 020058.

96. Kirsanov A., Tatarinov V. Enhancement of monitoring systems for the transport of dangerous goods by road // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – Т. 492. – №. 1. – С. 012017.

97. ГОСТ Р ИСО 9241-210-2012. Человеко-ориентированное проектирование интерактивных систем [Текст]. : Введен впервые : введен 2013–12–01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М. : Стандартинформ, 2013. – IV. – 31 с.

98. Баканов, А.С. Проектирование пользовательского интерфейса: эргонимический подход [Монография] / А.С. Баканов, А.А. Обознов // Российская акад. наук, Ин-т психологии. – М. : Ин-т психологии РАН, 2009. – 182 с. : ил., табл.; ISBN 978-5-9270-0165-1

99. Орлов, А.С. Основные положения технологии проектирования пользовательских интерфейсов [Текст] // Технические науки. – 2002. – том 25. – № 2. – научно-технический и прикладной журнал / учредитель : Южный федеральный ун-т ; издатель: Технологический ин-т Южного федерального ун-та в г. Таганроге. – Таганрог : Технологический ин-т Южного Федерального ун-та в г. Таганроге, 2012. - 27 см.; ISSN 1999-9429

100. Топольский, Н.Г. Декомпозиционный метод оптимального управления мобильными транспортными группами [Текст] / Н.Г. Топольский, Ф.А. Исайкин // Материалы международной конференции «Информатизация правоохранительных систем». – М.: Академия МВД РФ, 1995. – С. 250.

101. Исайкин, Ф.А. Разработка автоматизированной системы поддержки принятия решений о привлечении пожарных подразделений на пожары в крупном городе [Текст]: автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. тех. наук : 05.13.06 / Исайкин Федор Андреевич – М., 1999. – 26 с.

102. Васьков, В.Т. Автоматизированная геоинформационная система поддержки принятия решений по управлению оперативными подразделениями пожарной охраны [Текст] / В.Т. Васьков, И.Г. Малыгин, Ю.А. Плотников // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2011. – № 1. – С. 58–66.

103. Пряничников, В.А. Концепция модели обеспечения нормативного времени прибытия аварийных служб в условиях мегаполиса [Текст] / В.А. Пряничников, М.В. Сибиряков // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2015. – № 3 (15). – С. 37–39.

104. Сибиряков, М.В. Информационно-аналитическая поддержка управления оперативными пожарно-спасательными подразделениями: диссертация ... кандидата технических наук: 05.13.10 / Сибиряков Максим

Владимирович; [Место защиты: Акад. гос. противопожарной службы МЧС России]. – Москва, 2018. – 141 с.: ил.

105. Кирсанов, А.А. Методика построения программно-аппаратного комплекса для оповещения об аварии с опасным грузом на автотранспорте [Текст] / А.А. Кирсанов, В.В. Сеницын, В.В. Татаринов // Безопасность в техносфере. – 2017. – № 5. – С. 61–67.

106. Венгеров, И.А. и др. Методика оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий. Р-03112199-0502-00 [Текст] / М-во трансп. РФ, НИИАТ Под редакцией И.А. Венгерова. – 2001. – 44 с.

107. Письмо МВД России от 30.06.2008 N 13/2-119 «О перевозках опасных грузов автомобильным транспортом» [Текст] // Департамент обеспечения безопасности дорожного движения. – 2008. – 36 с.

108. Марченко, Д.В. Проблемы оказания первой помощи пострадавшим в ДТП: современный аспект [Текст] // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России. – 2009. – №. 3 (50). – с. 114–118.

109. Кузьмин, А.Г. Дорожно-транспортный травматизм как национальная проблема [Текст] // Экология человека. – 2011. – №. 3. – с. 44–49.

110. Оценка социально-экономического ущерба от ДТП в России: методологические вопросы в контексте зарубежных исследований [Электронный ресурс] / Сайт НИУ Высшей школы экономики. – Режим доступа: <https://spb.hse.ru/sci/announcements/168516542.html> (дата обращения: 04.06.2019).

ПРИЛОЖЕНИЕ А.
Информационное.



МИНЭКОНОМРАЗВИТИЯ РОССИИ
**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАТИСТИКИ
 (РОССТАТ)**

Мясницкая ул., д. 39, стр. 1, г. Москва, 107450
 Тел.: (495) 607-49-02, факс: (495) 607-40-87
 http://www.gks.ru; e-mail: stat@gks.ru

20.02.2018 № 249/05

на № _____ от _____

Кирсанову А.А.
 kirsan8@gmail.com

**О предоставлении статистической
 информации**

Направляем официальную статистическую информацию об объемах перевозок опасных грузов, выполненных автомобильным транспортом на коммерческой основе, и количестве грузовых автомобилей, оборудованных для их перевозок, сформированную по данным формы федерального статистического наблюдения № 1-ТР(автотранспорт) "Сведения о грузовом автотранспорте и протяженности автодорог необщего пользования" по России и субъектам Российской Федерации за 2016 год.

В соответствии с указаниями по заполнению формы № 1-ТР(автотранспорт) и согласно Межгосударственному стандарту ГОСТ 19433-88 "Грузы опасные. Классификация и маркировка" (утвержден постановлением Госстандарта СССР от 19.08.1988 № 2957) в объемы перевозок включаются следующие классы опасных грузов:

- класс 1 - взрывчатые материалы (ВМ);
- класс 2 - газы сжатые, сжиженные и растворенные под давлением;
- класс 3 - легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ);
- класс 4 - легковоспламеняющиеся твердые вещества (ЛВТ), самовозгорающиеся вещества (СВ), вещества, выделяющие воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой;
- класс 5 - окисляющие вещества (ОК) и органические пероксиды (ОП);
- класс 6 - ядовитые вещества (ЯВ) и инфекционные вещества (ИВ);
- класс 7 - радиоактивные материалы (РМ);
- класс 8 - едкие и (или) коррозионные вещества (ЕК);
- класс 9 - прочие опасные вещества.

По отдельным классам опасных грузов информация не разрабатывается.

Приложение: на 2 л. в 1 экз.

Начальник Управления статистики
 торговли и услуг

Л.Б. Кузьмичева

Е.И. Трошина
 8 (495) 632-90-98
 Отдел статистики транспорта

Приложение

**Сведения о перевозках опасных грузов автомобильным транспортом,
выполненных на коммерческой основе, и количестве грузовых автомобилей,
оборудованных для их перевозки, за 2016 год¹⁾**

	Перевезено грузов, тыс. тонн	Количество грузовых автомобилей ²⁾ , шт.
Российская Федерация	57 685,5	33 035
Центральный федеральный округ	3 423,2	5 877
Белгородская область	160,4	639
Брянская область	86,7	342
Владимирская область	127,9	229
Воронежская область	269,4	791
Ивановская область	145,6	49
Калужская область	149,6	164
Костромская область	19,6	82
Курская область	18,5	494
Липецкая область	18,1	263
Московская область	430,0	496
Орловская область	108,4	253
Рязанская область	312,7	197
Смоленская область	6,4	164
Тамбовская область	80,8	361
Тверская область	41,9	161
Тульская область	89,0	445
Ярославская область	374,5	181
г.Москва	983,7	566
Северо-Западный федеральный округ	3 610,2	2 305
Республика Карелия	11,8	99
Республика Коми	1 131,6	478
Архангельская область	253,2	275
в том числе:		
Архангельская область (без автономного округа)	238,2	252
Ненецкий автономный округ	15,0	23
Вологодская область	73,3	228
Калининградская область	560,9	149
Ленинградская область	60,2	236
Мурманская область	299,2	165
Новгородская область	126,8	169
Псковская область	2,5	58
г.Санкт-Петербург	1 090,7	448
Южный федеральный округ	5 188,3	4 187
Республика Адыгея	1 781,0	43
Республика Калмыкия	21,6	58
Республика Крым	29,2	165
Краснодарский край	1 961,6	1 376
Астраханская область	247,0	212
Волгоградская область	245,3	904
Ростовская область	902,7	1 424
г. Севастополь	-	5
Северо-Кавказский федеральный округ	693,1	1 005
Республика Дагестан	3,0	68
Республика Ингушетия	-	21
Кабардино-Балкарская Республика	7,4	82
Карачаево-Черкесская Республика	92,7	62
Республика Северная Осетия	117,9	45
Чеченская республика	-	33
Ставропольский край	472,2	694

	Перевезено грузов, тыс. тонн	Количество грузо автомобилей ²⁾ , т
Приволжский федеральный округ	14 996,4	
Республика Башкортостан	1 479,2	
Республика Марий Эл	54,1	
Республика Мордовия	512,9	
Республика Татарстан	3 619,7	
Удмуртская Республика	1 111,4	
Чувашская Республика	39,8	
Пермский край	587,6	
Кировская область	317,1	
Нижегородская область	1 113,5	
Оренбургская область	1 727,2	
Пензенская область	4,8	
Самарская область	1 368,3	
Саратовская область	214,6	
Ульяновская область	2 846,4	
Уральский федеральный округ	10 812,5	
Курганская область	17,4	
Свердловская область	1 091,6	
Тюменская область	9 302,1	
в том числе:		
Тюменская область (без автономных округов)	1 125,4	
Ханты-Мансийский автономный округ	7 307,1	
Ямало-Ненецкий автономный округ	869,7	
Челябинская область	401,4	
Сибирский федеральный округ	17 395,0	
Республика Алтай	1,3	
Республика Бурятия	17,2	
Республика Тыва	-	
Республика Хакасия	37,0	
Алтайский край	197,5	
Забайкальский край	43,9	
Красноярский край	763,1	
Иркутская область	357,1	
Кемеровская область	13 883,8	
Новосибирская область	857,0	
Омская область	693,8	
Томская область	543,4	
Дальневосточный федеральный округ	1 566,6	
Республика Саха (Якутия)	202,3	
Камчатский край	18,4	
Приморский край	383,6	
Хабаровский край	678,2	
Амурская область	106,7	
Магаданская область	132,0	
Сахалинская область	44,3	
Еврейская автономная область	0,2	
Чукотский автономный округ	0,9	



МЧС РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ
КАЗЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ
В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ»
(ФКУ НЦУКС)

ул. Ватутина д.1, г. Москва, 121357
 Тел. (495) 400-94-43, (495) 983-65-24,
 (495) 400-96-23, (495) 400-97-13
 Факс: (499) 449-39-62, (499) 449-97-40
 E-mail: ncuks@mchs.gov.ru

01.12.2017 № 4518-11-3

На № _____ от _____

kirasan8@gmail.com
 А.А. Кирсанову

Национальным центром управления в кризисных ситуациях рассмотрено Ваше обращение от 23 октября 2017 года.

В соответствии с указом Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 года № 868 "Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий" и приказом МЧС России от 08 июля 2004 года № 329 "Об утверждении критериев информации о чрезвычайных ситуациях" МЧС России осуществляет официальный статистический учет чрезвычайных ситуаций.

В период с 1 января 2014 года по настоящее время на территории Российской Федерации чрезвычайных ситуаций, связанных с дорожно-транспортными происшествиями с участием транспортных средств, перевозящих опасные грузы, не зарегистрировано.

Вместе с тем, направляем письмо Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (Федеральный центр науки и высоких технологий) (далее – ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)), в котором содержатся сведения по Вашему обращению.

Приложение: письмо ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), на 2 л., в 1 экз.

Врио начальника Национального центра

И.В. Кутровский

А.С. Гуретков
 (495) 400-91-29



МЧС РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО
ПРОБЛЕМАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ И
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ МЧС РОССИИ»
(ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР НАУКИ И
ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ)**

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Ул. Давыдовская, 7, г. Москва, 121352
Тел.: (495) 400-99-10, факс: (499) 233-25-36
e-mail: vniiogchs@vniiogchs.ru
<http://www.vniiogchs.ru>

23.11.2017 № 4170-9-2

На № 43-72-11-3 от 21.11.2017

О направлении сведений

[Уважаемый Игорь Владимирович!]

Направляю сведения по реагированию пожарно-спасательных подразделений МЧС России на дорожно-транспортные происшествия с участием транспортных средств, перевозящих опасные грузы в период с 01.01.2014 по 22.11.2017, представленные в ФГИС «ИАС-ДТП».

Приложение: на 1 л., в 1 экз.

И. В. Сосунов
ВРИО начальника института

И.В. Сосунов

Исп. Н.А. Поздняков
(495) 400-90-33



Приложение
к исх. от 01.12.2017 № 4378-11/3

МЧС России

Врио начальника
Национальный центр управления
в кризисных ситуациях

генерал - майору

И.В. Кутровскому

Приложение
к исх. от 23.11.2017 № 4140-9-2

По данным, представленным в ФГИС «ИАС-ДТП», пожарно-спасательными подразделениями МЧС России в период с 01.01.2014 по 22.11.2017 осуществлялось реагирование на 86 дорожно-транспортных происшествий с участием транспортных средств, перевозящих опасные грузы.

Так, 25 марта 2017 года во Владимирской области произошло опрокидывание автоцистерны, перевозящей гидроксид натрия, пострадал 1 человек. К ликвидации последствий данного ДТП привлекалось 1 пожарно-спасательное подразделение, время прибытия – 5 минут. На месте ДТП пожарно-спасательным подразделением проводились работы по ликвидации вторичных поражающих факторов.

В Московской области 24 июня 2017 года автомобиль, перевозящий бензин и дизельное топливо совершил столкновение с попутным транспортным средством, в результате чего оба автомобиля съехали в кювет и загорелись, погибло 3 человека. К ликвидации последствий данного ДТП привлекались 3 пожарно-спасательных подразделения, время прибытия – 5 минут. На месте ДТП пожарно-спасательными подразделениями проводились работы по ликвидации вторичных поражающих факторов.



МВД России
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
МИНИСТЕРСТВА ВНУТРЕННИХ ДЕЛ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
по РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
 (ГУ МВД России по Ростовской области)
Управление Государственной инспекции
безопасности дорожного движения

Гр. А.А. Кирсанову

kirsan8@gmail.com

ул. Доватора, 154 А, Ростов-на-Дону, 344103

22.12.2017 № 30/37-3/176 104 701 553

на _____ от _____

О направлении информации

Уважаемый Александр Анатольевич!

На Ваш запрос сообщаем, что на территории Ростовской области с 01.01.2015 года по 01.12.2017 года зарегистрировано 10 ДТП с участием транспортных средств перевозящих опасные грузы, из них 6 ДТП с пострадавшими, в результате которых погиб 1 человек, 11 получили ранения различной степени тяжести. Среднее время прибытия нарядов ДПС на ДТП с пострадавшими, составило 12 минут. В пяти случаях на место ДТП прибывали сотрудники скорой медицинской помощи, среднее время прибытия которых составило 19 минут. В трех случаях на месте ДТП помощь нарядам ДПС оказывали сотрудники МЧС, среднее время прибытия которых составило 18 минут. В одном случае на место ДТП прибывали сотрудники пожарной службы, время прибытия которых составило 20 минут.

Также сообщаем, что в соответствии с пунктом 7.3 приказа МВД России от 23.08.2017 года № 664, утвердившего Административный регламент исполнения Министерством внутренних дел Российской Федерации государственной функции по осуществлению федерального государственного надзора за соблюдением участниками дорожного движения требований законодательства Российской Федерации в области безопасности дорожного движения, должностные лица при осуществлении федерального государственного надзора, обязаны прибывать незамедлительно на место совершения преступления, административного правонарушения, ДТП.

Врио начальника

А.В. Токин

Исп. и отп. Воронцов А.Е.
249-32-38

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2015662165

**Программное обеспечение исследования влияния массы,
метеоусловий, токсичности и физико-химических свойств
АХОВ на параметры зоны химического заражения**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего профессионального
образования «Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана» (RU)*

Авторы: *Кирсанов Александр Анатольевич (RU),
Синицын Виталий Васильевич (RU)*

Заявка № 2015619074

Дата поступления 30 сентября 2015 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 18 ноября 2015 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2016660517

**Программный комплекс оперативного оповещения
дежурных служб МЧС о факте и последствиях
автомобильной аварии с опасным грузом (АХОВ и ГВС)**

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования «Московский
государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)» (RU)*

Авторы: *Кирсанов Александр Анатольевич (RU),
Синицын Виталий Васильевич (RU)*

Заявка № **2016617959**

Дата поступления **19 июля 2016 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ **16 сентября 2016 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Излиев



ПРИЛОЖЕНИЕ В.

Акты внедрения результатов работы.

Заместитель начальника Национального центра
(по информационно-аналитическому обеспечению)

ПОЛКОВНИК



С.А. Калугин

2017 г.

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы

Кирсанова Александра Анатольевича, представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.10 – «Управление в социальных и экономических системах» по техническим наукам.

Комиссия в составе: председателя – заместителя начальника управления (разработки и внедрения информационных технологий) майора Пескова Романа Игоревича, членов комиссии – начальника отдела (развития информационных технологий) полковника Белоусова Сергея Владимировича, начальника отдела (моделирования чрезвычайных ситуаций) подполковника Михно Евгения Сергеевича, начальника отдела (по работе с информационными ресурсами территорий) майора внутренней службы Дроздова Анатолия Павловича, подтверждает, что результаты диссертационной работы Кирсанова Александра Анатольевича в области создания системы информационной поддержки принятия управленческих решений по организации ликвидации последствий ЧС с участием автомобильного транспорта, перевозящего опасный груз, внедрены в работу оперативной дежурной смены Национального центра управления в кризисных ситуациях и применяются в качестве расчетных задач при реагировании на оперативные события, связанные с проливом АХОВ и взрывами сжиженных углеводородов при транспортировке автомобильным транспортом. Доказательством результативности работы служат апробации в виде свидетельств Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ от 16.09.2016 № 2016660517 «Программный комплекс оперативного оповещения дежурных служб МЧС о факте и последствиях автомобильной аварии с опасным грузом (АХОВ и ГВС)».

Председатель комиссии
Заместитель начальника управления
(разработки и внедрения информационных технологий)
майор

Р.И. Песков

Члены комиссии
Начальник отдела (развития информационных технологий)
полковник

С.В. Белоусов

Начальник отдела (моделирования чрезвычайных ситуаций)
подполковник

Е.С. Михно

Начальник отдела (по работе с информационными ресурсами территорий)
майор внутренней службы

А.П. Дроздов

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГУП «НЦ «Сигнал»

ФСТЭК России

А.А. Жиров

2018 г.



А К Т

о внедрении результатов диссертационной работы Кирсанова Александра Анатольевича на соискание ученой степени кандидата технических наук выполненную по специальности 05.13.10 – «Управление в социальных и экономических системах»

Комиссия в составе:

председатель – заместитель директора по научной работе, кандидат технических наук, доцент Антохин А.М.

члены комиссии – начальник отдела, кандидат химических наук, доцент Таранченко В.Ф.;

ведущий научный сотрудник отдела, доктор химических наук, доцент Гончаров В.М.

составила настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы Александра Анатольевича Кирсанова связанные с разработкой методологии, описывающей состав программно-аппаратного комплекса, обеспечивающего поддержку принятия управленческих решений по организации ликвидации последствий ЧС при автомобильной аварии с опасным грузом, применяются в ФГУП «НЦ «Сигнал» ФСТЭК России.

Председатель комиссии –
заместитель директора по научной работе,
кандидат технических наук, доцент

А.М Антохин

Члены комиссии:

начальник отдела, кандидат химических наук, доцент

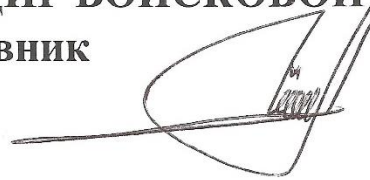
Таранченко В.Ф

ведущий научный сотрудник отдела, доктор химических наук,

доцент

Гончаров В.М.

**УВТЕРЖДАЮ
КОМАНДИР ВОЙСКОВОЙ ЧАСТИ 64053
ПОДПОЛКОВНИК**



Н. Алёхин

АКТ

о реализации диссертационной работы Кирсанова Александра
Анатольевича

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе:

- председатель - Начальник комплекса – Заместитель
командира части – майор Курилов А. А.
- члены комиссии – Начальник группы оперативных
дежурных – капитан Лясов А. О.

оперативный дежурный – капитан Макаров А. Б

составили настоящий акт о том, что материалы диссертационной работы
Кирсанова Александра Анатольевича были использованы при выполнении
задач службы оперативных дежурных войсковой части 64053.

Председатель комиссии –

Начальник комплекса – Заместитель командира части майор

А. Курилов

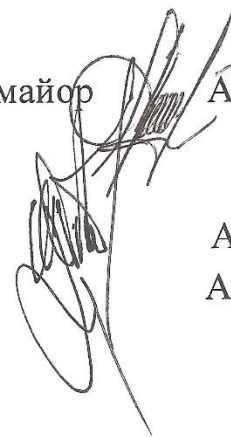
Члены комиссии:

Начальник группы оперативных дежурных капитан

А. Лясов

Оперативный дежурный капитан

А. Макаров

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор — проректор по научной работе

д.т.н., профессор

В.Н. Зимин

« 4 » декабря 2019 г.



АКТ

внедрения результатов диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук Кирсанова Александра Анатольевича на тему: «Информационно-аналитическое и аппаратное обеспечение управления безопасностью автомобильных перевозок опасных грузов»

Комиссия в составе: первого заместителя заведующего кафедрой «Экология и промышленная безопасность», к.т.н., доцента Девисилова Владимира Александровича, заместителя заведующего кафедрой «Экология и промышленная безопасность» по учебной работе, к.п.н., доцента Симаковой Елены Николаевны, доцента кафедры «Экология и промышленная безопасность», к.т.н., доцента Таранова Романа Александровича подтверждает, что результаты диссертационного исследования Кирсанова Александра Анатольевича внедрены в учебный процесс кафедры «Экология и промышленная безопасность» при подготовке лекций по дисциплине «Прикладные методы анализа рисков природных и техногенных ЧС» на тему: «Методы количественного анализа статистических структур экстремальных зависимостей».

Комиссия:

Первый заместитель заведующего кафедрой
«Экология и промышленная безопасность»,
к.т.н., доцент

В.А. Девисилов

Заместитель заведующего кафедрой
«Экология и промышленная безопасность»
по учебной работе,
к.п.н., доцент
Доцент кафедры
«Экология и промышленная безопасность»,
к.т.н., доцент

Е.Н. Симакова

Р.А. Таранов