

ВОРОНЕЖСКИЙ ИНСТИТУТ МВД РОССИИ

**С.А. Гречаный**  
**Д.А. Сошнева**  
**Д.Ю. Калков**  
**М.А. Гудков**

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ МОНИТОРИНГА  
В ИНТЕРЕСАХ ПОВЫШЕНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
АПК «БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД»**

Методические рекомендации

Воронеж  
2020

## **ББК 32.11**

Рассмотрены и одобрены на заседании кафедры радиотехнических систем и комплексов охранного мониторинга, протокол № 5 от 10 декабря 2019 г.

Рассмотрены и одобрены на заседании методического совета института, протокол № 5 от 20 января 2020 г.

Рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании редакционно-издательского совета, протокол № 1 от 28 января 2020 г.

Рецензенты: **Спиридонов Е.В.**, начальник ФГКУ «УВО ВНГ России по г. Воронежу» полковник полиции;  
**Бобров А.И.**, доцент кафедры государственного надзора и управления в ЧС Воронежского института – филиал Ивановской пожарно – спасательной академии ГПС МЧС России к.т.н., доцент майор внутренней службы.

Гречаный С.А. Анализ методов и средств мониторинга в интересах повышения эффективности функционирования АПК «Безопасный город» / С.А. Гречаный [и др.]. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2019. – 84 с.

В методических рекомендациях рассмотрены методы и средства мониторинга опасных природных явлений (гидрометеорологические, мониторинг сейсмической обстановки, мониторинг лесных пожаров), средства мониторинга техногенных опасностей, в частности акцентировано внимание на состояние критически важных и потенциально опасных объектов. Раскрыты законодательные аспекты и задачи использования беспилотных летательных аппаратов в качестве средств мониторинга. Представлены модели и численные алгоритмы поддержки принятия управленческих решений оператором с учетом и их перспективы развития.

Издание предназначено для курсантов и слушателей радиотехнического и юридического факультетов, факультета заочного обучения при преподавании учебной дисциплины «Организация комплексных систем мониторинга и управления силами и средствами объектов охраны». Издание ориентировано на повышение качества образовательного процесса и научно-исследовательской работы.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. МОНИТОРИНГ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ .....	5
1.1. Мониторинг опасных гидрометеорологических явлений.....	7
1.2. Мониторинг сейсмической обстановки .....	17
1.3. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров .....	19
ГЛАВА 2. МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННЫХ ОПАСНОСТЕЙ .....	26
2.1. Мониторинг состояния критически важных и потенциально опасных объектов .....	26
2.2. Мониторинг состояния гидротехнических сооружений .....	33
2.3. Автоматизированная система контроля радиационной обстановки.....	35
2.4. Мониторинг аварий на химически опасных объектах.....	39
2.5. Системы наблюдения за объектами транспортной инфраструктуры ...	49
2.6. Нормативно-организационные аспекты создания системы 112.....	54
ГЛАВА 3. МОНИТОРИНГ ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЙ БЕСПИЛОТНЫМИ ВОЗДУШНЫМИ СУДАМИ .....	62
3.1. Порядок использования беспилотных воздушных судов.....	62
3.2. Обзор современных беспилотных средств и необходимого навесного оборудования, используемого для поиска пострадавших.....	64
3.3. Математические модели и численные алгоритмы поддержки принятия управленческих решений оператором АПК «Безопасный город» .....	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	76
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	79

## ВВЕДЕНИЕ

С каждым годом наблюдается тенденция увеличения численности жителей городов в Российской Федерации. Для обеспечения потребностей общества, их безопасного проживания требуется автоматизированная система, которая позволит обеспечить высокий уровень безопасности, комфортности проживания, а также способная управлять системами жизнеобеспечения в масштабах крупного населенного пункта, региона. Решение этих задач реализовано в аппаратно-программном комплексе (далее – АПК) «Безопасный город», в состав которой входят следующие компоненты:

- подсистема видеонаблюдения;
- подсистема оповещения;
- подсистема вызова экстренных служб;
- подсистема автоматизированной фиксации нарушений правил дорожного движения;
- интеллектуальная транспортная подсистема;
- подсистема мониторинга подвижных объектов;
- подсистема контроля жилищно-коммунального хозяйства;
- подсистема мониторинга экологического состояния территории.

В последние годы на территории Российской Федерации наблюдается тенденция к увеличению чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного характера, преимущественно это подтопление территории и лесные пожары. С целью повышения эффективности функционирования аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» практический интерес вызывает анализ современных методов и средств мониторинга, в том числе природных и техногенных воздействий. В связи с этим была сформулирована проблема по совершенствованию системы мониторинга, в том числе чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, с использованием технических средств АПК «Безопасный город».

## ГЛАВА 1. МОНИТОРИНГ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Технические требования к сегментам аппаратно-программного комплекса (АПК) «Безопасный город», детализирующие положения концепции его построения и развития, утверждены распоряжением Правительства Российской Федерации № 2446-р от 3 декабря 2014 года. Под АПК «Безопасный город» понимается совокупность сопряженных между собой сегментов, объединяющих сгруппированные в соответствии с целевой областью применения комплекса средств автоматизации федеральных, региональных и муниципальных органов управления и организаций, на местном уровне решающих задачи обеспечения общественной безопасности, правопорядка и безопасности среды обитания. В рамках реализуемых сегментов АПК «Безопасный город» предусматривается взаимодействие с комплексом средств автоматизации федеральных, региональных и муниципальных органов управления, а также организаций, в том числе коммерческих, в функции которых не входит непосредственное обеспечение общественной безопасности, правопорядка и безопасности среды обитания, однако информация комплексов средств автоматизации которых может быть использована в целях эффективной реализации задач, предусмотренных Концепцией построения и развития АПК «Безопасный город». Реализуемые в муниципальных образованиях сегменты АПК «Безопасный город» закладывают основу для решения задачи создания интегрированных региональных автоматизированных систем – комплексных систем обеспечения безопасности жизнедеятельности населения субъектов Российской Федерации.

Актуальность мероприятий по обеспечению общественной безопасности, правопорядка и безопасности среды обитания каждого субъекта РФ в целом и муниципального образования в частности обуславливается наличием различного рода угроз (природного,

техногенного, биолого-социального, экологического и другого характера) для всей среды обитания населения (жилых, общественных и административных зданий, объектов промышленного и сельскохозяйственного производства, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, технических сооружений и систем коммунального хозяйства, систем водоотведения, природных ресурсов и др.).

Общей характерной особенностью угроз на современном этапе является их взаимосвязанный характер, выражающийся в том, что одно возникающее бедствие (или реализация угрозы) может вызывать целую цепочку других катастрофических процессов (эффект домино), что определяет необходимость комплексного подхода к обеспечению безопасности среды обитания и общественной безопасности муниципального образования.

Основу государственной наблюдательной сети составляют стационарные и подвижные пункты наблюдений, в которых выполняются наблюдения одного или нескольких видов по утвержденным программам (рисунок 1.1.).

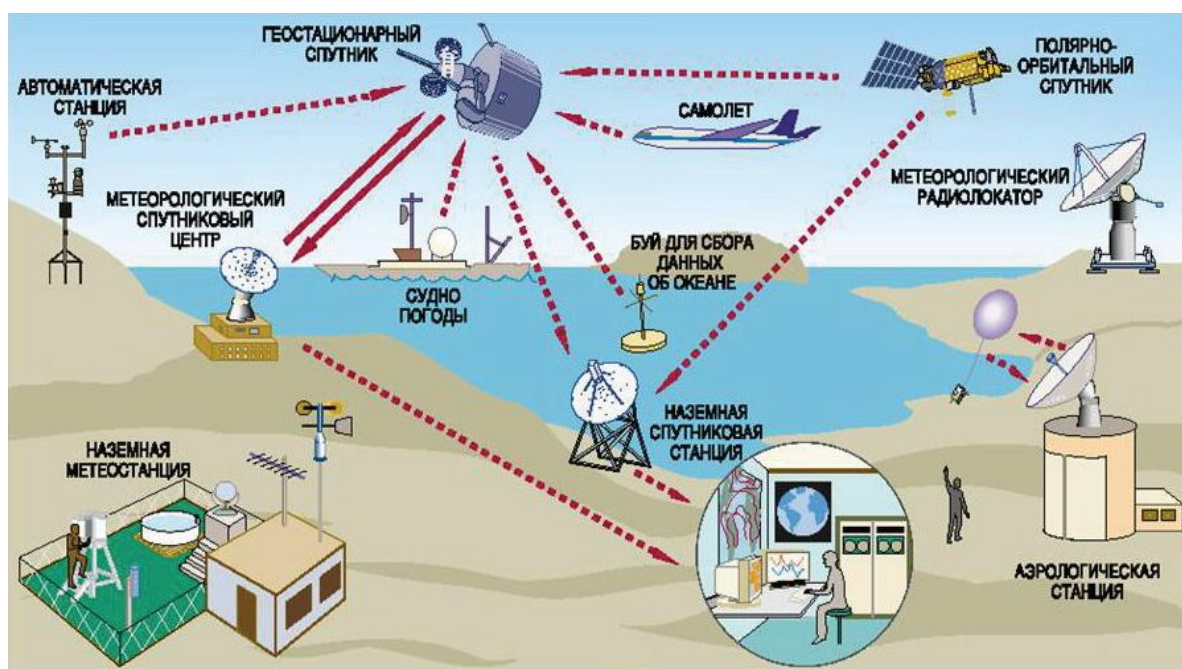


Рис. 1.1. Основные компоненты государственной наблюдательной сети

В типовой набор оборудования наблюдательных постов входят следующие технические средства: счетчик С-52М; счетчик УДТ; бур ледовый ГР-7; гелиограф ГУ-1; мерзлотомер АМ-21М-1; испаромер ГГИ-3000; бур ледовый ГР-102; прибор фильтровальный Куприна ГР-60; рейка водомерная переносная ГР-104; рейка ледоснегомерная ГР-31; рейка снегомерная дюралюминиевая переносная М-46-2; рейка снегомерная переносная М-104-1; рейка максимальная ГР-45; снегомер весовой ВС-43-М; будка Селянинова; батометр-бутылка ГР-16М; рейка снегомерная стационарная М-103-1; оправа к водному термометру ОТ-51; гидрометрическая штанга ГР-56М; репер грунтовый ГР-43; свая металлическая винтовая ПИ-20; измеритель скорости водного потока ИСО-1; гидрометрическая установка (ГР-70); пешня.

Государственная наблюдательная сеть функционирует на основе следующих принципов:

- соблюдение требований к сбору, обработке, контролю качества, хранению и распространению информации о состоянии окружающей среды, ее загрязнении;
- непрерывность контроля за состоянием окружающей среды, ее загрязнением;
- обеспечение пространственно-временного разрешения результатов измерений, достаточного для определения гидрометеорологических характеристик с заданной точностью;
- единство измерений и сопоставимость их результатов;
- обеспечение достоверности результатов наблюдений о состоянии окружающей среды, ее загрязнении;
- доступность информации для пользователей.

### **1.1. Мониторинг опасных гидрометеорологических явлений**

Наводнения могут определяться по комплексу гидрометеорологических характеристик, используемых в различных программах для вычисления. Они

могут прогнозироваться различными методами, в основе которых лежит учет предыдущей реакции водосбора на выпадение осадков. В любом случае решающая роль принадлежит полноте и точности информации о выпадающих осадках, дефиците почвенной влаги, уровнях воды в реках и других гидрометеорологических характеристиках, таких как общая синоптическая обстановка, ветер, атмосферное давление и др.

Составляются следующие речные гидрологические прогнозы:

- уровня и расхода воды на реках;
- притока воды в водохранилища;
- даты наступления ледовых явлений;
- максимального уровня воды в половодье;
- водности рек;
- даты вскрытия рек и очищения ото льда озер и водохранилищ;
- даты появления льда на реках, озерах и водохранилищах;
- минимального уровня воды судоходных рек.

Величина и интенсивность весенне-паводковых наводнений зависят от следующих условий:

- запасов воды в снежном покрове к моменту таяния снега и их распространения по площади водосбора;
- интенсивности снеготаяния, зависящей от метеорологических условий, степени влажности и глубины промерзания почв водосбора до выпадения первого снега осенью;
- площади, рельефа и формы водосбора, наличия озер, болот, лесов, влияющих на условия стекания снеговых вод;
- количества осадков, выпадающих в период таяния снега;
- образования ледяной корки на почве;
- сочетания волн половодья крупных притоков бассейна;
- образования заторов и зажоров льда.

Важнейшей задачей всех прогностических подразделений является составление и доведение до местных администраций, объектов экономики и населения прогнозов и штормовых предупреждений о возникновении опасных явлений с максимально возможной заблаговременностью.

На территории России встречаются более 20 видов опасных гидрометеорологических явлений, за которыми Росгидромет ведет регулярные наблюдения с целью их обнаружения и прогнозирования. Это – сильные ветры, шквалы, смерчи, пыльные бури, ливни и грозы, град, сильные продолжительные дожди, засухи, заморозки, снегопады, метели, гололедноизморозевые явления, туманы, сильные морозы, наводнения, снежные лавины, сели и другие.

При мониторинге и прогнозировании применяются основные группы методов: визуальное наблюдение, инструментальное измерение, аналитические методы.

Сбор и обработка информации является основной частью мониторинга. Используются также данные международной системы гидрометеорологических спутников. Гидрологические станции (посты) расположены на реках, озерах, водохранилищах России. На этих станциях осуществляются наблюдения за следующими элементами:

- осадками, включая росу;
- снежным покровом;
- уровнем воды;
- речным стоком, расходом и накоплением запасов воды;
- испарением;
- влажностью почвы;
- подземными водами;
- озерным и речным льдом;
- температурой воды.

При прогнозировании гидрометеорологических явлений имеются два основных подхода:

- 1) краткосрочные и оперативные прогнозы, которые поступают от сети мониторинга, путем изучения предвестников катастрофических явлений;
- 2) долгосрочные прогнозы, получаемые при расчетах с применением детерминированных и статистических методов.

Для того чтобы легче было обнаружить и выделить районы, которые могут подвергнуться опасности наводнения создается цифровая модель рельефа. Все зоны, которые находятся ниже средней высоты уровня воды, классифицируются как потенциально опасные для затопления. В таких зонах необходимо проведение специальных защитных работ, позволяющих понизить вероятность возможной угрозы затопления и способствующих снижению количества и тяжести возможных последствий.

Таким образом, проведенные классификации земель позволяют не только снизить ущерб, наносимый затоплением, но и оценить потенциальные денежные потери в случае следующих наводнений, что, безусловно, важно при определении рисков и заключении страховых договоров.

Для обработки, контроля и анализа данных, получаемых от мониторинговых сетей необходимы большие вычислительные мощности. Подготовка прогнозов невозможна без функционирования вычислительных центров, которые оборудованы современными производительными компьютерами.

Существующие методы прогнозирования наряду с общими закономерностями развития атмосферных процессов также учитывают региональные и даже локальные особенности.

В настоящее время осуществляется прогнозирование погоды с заблаговременностью 24-36 часов. Такие прогнозы осуществляются с помощью различных расчетов. Необходимая информация поступает как от обычных метеорологических станций, так и от современных спутниковых

систем слежения. Применение таких систем позволяет повысить точность предварительных расчетов и предупреждать о возникновении опасных локальных явлений. Большое распространение в настоящий момент получают системы космического мониторинга. Они позволяют вести наблюдение за развитием паводковой ситуации, оценивать возможные масштабы и ущерб чрезвычайных ситуаций.

Спутниковые системы позволяют оперативно определить площадь затопления, выделить участки, которые могут подвергнуться такой угрозе, а также предотвратить будущие разрушения путем планирования защиты и восстановительных операций.

При наличии спутниковых изображений, сделанных до и после наводнения, можно сопоставить их с картами нужного масштаба и провести точные измерения площади затопленных земель. Применение спутниковой информации позволяет снизить число гидрометеорологических станций и гидропостов.

Для проведения дистанционного зондирования из космоса на сегодняшний день используются:

1. Космическая система «Метеор». Глобальное наблюдение атмосферы и подстилающей поверхности Земли, позволяющее систематически получать гидрометеорологическую и гелиогеофизическую информацию в планетарном масштабе.

Решаемые задачи:

- глобальное наблюдение подстилающей поверхности Земли;
- мониторинг состояния окружающей среды;
- мониторинг чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- решение задач сельского и лесного хозяйства;
- научные исследования;
- сбор и передача данных от наземного оборудования.

В базовый состав информационной аппаратуры входит:

- спектрозональные оптические приборы видимого и ИК диапазонов (КМСС, МСУ-МР);
- радиометрическая аппаратура СВЧ диапазона для температурно-влажностного зондирования атмосферы (МТВЗА-ГЯ) – СВЧ-радиометр;
- инфракрасный Фурье-спектрометр температурного и влажностного зондирования (ИКФС-2) – для КА «Метеор-М»;
- гелиогеофизический аппаратный комплекс (ГГАК-М), объединяющий на одной платформе пять приборов для изучения излучений широкого энергетического спектра;
- бортовой радиолокационный комплекс (БРЛК), позволяющий получать радиолокационные изображения земной поверхности вне зависимости от погодных условий;
- радиотехнический комплекс сбора и передачи данных, включая систему получения данных с наземных измерительных платформ.

2. Система исследования мирового океана «Океан». Представлена спутниками системы «Океан-О».

Основные задачи:

- составление морских гидрометеорологических и специализированных прогнозов;
- обеспечение безопасности судоходства и выбора оптимальных маршрутов судов;
- обнаружение районов загрязнения поверхности морей и океанов;
- изучение деятельного слоя в океане;
- изучение континентального шельфа;
- определение и прогнозирование динамического и термодинамического состояния мирового океана;
- определение поля ветров по дрейфу облаков;

– определение водозапаса облаков, границ зон осадков и их интенсивности;

– определение физического состояния ледового покрова (разрушенность, возраст, заснеженность, торосность);

– определение лесных и степных пожаров;

– экологический и кризисный мониторинг;

В состав комплекса исследовательской аппаратуры входят:

– многоканальное сканирующее устройство высокого разрешения МСУ-В;

– многоканальное сканирующее устройство среднего разрешения МСУ-СК;

– два радиолокатора бокового обзора (право- и левосторонний);

– трассовый сверхвысокочастотный радиометр Р-600;

– трассовый сверхвысокочастотный радиометр Р-225;

– многоканальный сканирующий сверхвысокочастотный радиометр

– «Дельта-2Д»;

– поляризационный спектрометрический радиометр видимого диапазона на акустических фильтрах с высоким спектральным разрешением «Трассер»;

– радиотелевизионный комплекс РТВК-М;

– информационная система сантиметрового диапазона БИСУ-П;

– синхронизатор времени и частот;

– бортовая аппаратура системы сбора и передачи информации «Кондор-2М».

Комплекс исследовательской аппаратуры в указанном составе обеспечивает формирование и передачу по радиоканалам на пункты приема:

– радиолокационной информации с размером элемента изображения  $1,3 \times 2,5$  км в двух полосах обзора шириной по 450 км;

– радиометрической информации на двух длинах волн сверхвысокочастотного диапазона в трассовой полосе обзора 130 км с диапазоном измеряемых температур 50...310 К;

– многоканальной радиометрической информации сверхвысокочастотного диапазона с размером элемента изображения от 16×21 км до 87×115 км в полосе обзора 900 км при значении диапазона измеряемых температур 2,7...330 К;

– многоканальной информации видимого и инфракрасного диапазона с размерами элемента изображения 50...250 м в полосе обзора 180...200 км, от 245×157 м до 820×590 м в полосе обзора 600 км и 1,5...1,8 км в полосе обзора 1950 км;

– спектрорадиометрической информации по 62 измерительным каналам в спектральном диапазоне 411...809 нм; информации, получаемой с платформ.

3. Система изучения поверхности суши «Ресурс». Особенностью космических аппаратов российской оперативной спутниковой природно-ресурсной системы «Ресурс» является наличие в составе бортовых информационных комплексов сканеров высокого пространственного разрешения (типа МСУ-Э, с разрешением ~ 40 м) и сканеров среднего разрешения (типа сканера с конической разверткой МСУ-СК, с разрешением ~160 м). Данные приборы позволяют получать цифровые изображения подстилающей поверхности в нескольких спектральных диапазонах и предназначены для решения широкого круга задач дистанционного зондирования: мониторинг почвенного, растительного, снежного и ледового покровов; экологический мониторинг; обнаружение, мониторинг и оценка последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (наводнения, пожары, аварии на газонефтепроводах и т.д.), изучение геологических структур и др.

В состав оборудования входит:

- многоканальное сканирующее устройство среднего разрешения МСУ-СК;
- многоканальное сканирующее устройство высокого разрешения МСУ-Э;
- радиометр Scarab;
- спектрометр NINA;
- ряд экспериментальных отечественных аппаратов, а также данные международной системы геостационарных гидрометеорологических спутников США, Японии и европейских спутников METEOSAT.

Вообще мониторинг опасных явлений гидрометеорологического характера является одним из наиболее глобализированных, поскольку для качественного прогноза одних национальных данных оказывается недостаточно.

Космические средства контроля используются в основном в виде сканерных съемок аппаратурой с разрешением 30-35 м. По материалам космических съемок можно определить контуры затопления и его динамику.

Для долгосрочных прогнозов погоды используются, как правило, статистические методы или сочетание статистических и численных методов. Имеются также обнадеживающие результаты в использовании сопряженных гидродинамических моделей «океан-атмосфера».

Из долгосрочных прогнозов стока наиболее важными для практики и наиболее физически обоснованными являются прогнозы стока рек и притока в водохранилища в период формирования весеннего половодья.

Методы долгосрочного прогнозирования представляют собой линейные или нелинейные физико-статистические зависимости объема весеннего стока от определяющих факторов, вытекающих из уравнения водного баланса за период половодья.

Точность прогнозов в значительной степени зависит от точности определения запасов влаги в снежном покрове и характеристик водопоглотительной способности почв бассейна, определяющих потери стока. Весьма сложной задачей является прогнозирование места и времени внезапного возникновения быстроразвивающихся опасных паводковых явлений за счет интенсификации циклонов на берегах водных объектов, на которых проживает население.

Для повышения эффективности мониторинга и прогнозирования опасных явлений гидрометеорологического характера целесообразно выполнить ряд работ:

- провести районирование территории страны по типам опасных гидрологических явлений и частоте их повторяемости;

- в зонах быстроразвивающихся опасных паводков создавать сеть антивандальных автоматических метеостанций, способных в режиме реального времени определять и передавать данные о наблюдениях;

- обеспечить ввод в эксплуатацию необходимого количества дистанционных средств наблюдения наземного (метеолокаторы) и космического базирования для оперативного контроля развития опасных и катастрофических ситуаций.

Для повышения эффективности мониторинга и прогнозирования лавинной опасности целесообразно проводить исследования по следующим направлениям:

- распространение и режим лавин и селей в России и мире, картографирование их активности, опасности и риска с использованием ГИС-технологий;

- количественные методы картографирования опасности лавин, селей, водоснежных потоков, экстремальных снегопадов, метелей, подвижек ледников и других опасных природных явлений;

- физико-механические свойства снега и их изменения в процессе метаморфизма (для обоснования методов прогнозирования лавин);
- математическое и физическое моделирование лавин, селей и водоснежных потоков;
- прогноз климатических и техногенных изменений лавинной и селевой опасности;
- разработка научно-методических основ анализа, оценки и картографирования природного и техногенного риска.

## **1.2. Мониторинг сейсмической обстановки**

Для мониторинга сейсмической активности на территории Российской Федерации сформирована специальная сеть геофизической службы РАН, в состав которой входит двенадцать станций. Данная сеть имеет трехуровневую структуру (телесеismicкий, региональный и локальный уровни). Уровень сети зависит от масштабов наблюдений и наименьшей магнитуды регистрируемых землетрясений. Сети всех трех уровней тесно увязаны между собой и дополняют друг друга.

В состав сейсмической сети любого уровня входят сейсмические станции, каналы передачи данных и центр сбора и обработки информации. Локальные наблюдения проводятся на территориях размером 100×100 кв. км, чаще всего охватывают прогностические полигоны и должны обеспечивать изучение сейсмичности с магнитуды 1.0-2.0 и более.

Региональные сети расположены в сейсмоактивных регионах Камчатки, Сахалина, Северного Кавказа, Байкала и т.п. Они охватывают территории площадью порядка миллиона квадратных километров и должны регистрировать землетрясения с магнитудой 2.0-3.0 и более. Результатом работы сейсмической сети любого уровня являются сейсмологические каталоги и бюллетени, в которых публикуются данные о местоположении, времени и силе

землетрясений, произошедших в пределах территории, охваченной станциями сети.

Кроме того, в них содержатся данные о землетрясениях, выходящих за пределы территории, охваченной сетью данного уровня, и потому их обработка ведется сетью более высокого уровня. Таким образом, сеть определенного уровня производит наблюдения для своей сети и одновременно получает информацию, которая используется в работе сети более высокого уровня.

Для повышения эффективности работы данных сетей необходимо организовать единую информационную связь между каждой станцией. Базовой сетью для контроля за сейсмической активностью на территории России является телесеismicкая сеть. Наблюдения на таких станциях проводятся с помощью цифровой широкополосной сейсмической аппаратуры. Станции должны равномерно покрывать всю территорию России со средним расстоянием между ними от 500 до 1000 км. Станции телесеismicкой сети контролируют сейсмическую активность с магнитудного уровня 3.0-4.0 и более и являются важным компонентом в глобальных сетях, следящих за сейсмической активностью во всем мире. Все подобные станции связаны с единым центром сбора и обработки информации и передают данные в режиме, близком к реальному времени. Однако, следует отметить тот факт, что станции, существующие на данный момент, не могут в полной мере зафиксировать сейсмическую активность с определенного уровня. Эффективность таких станций снижается еще и потому, что отсутствует единый сейсмический центр, принадлежащий Российской академии наук.

Современная система наблюдения и оповещения включает межрегиональный центр сбора, обработки и передачи мониторинговой и прогнозной информации и способствует:

– непрерывному наблюдению за сейсмической и гидрофизической обстановкой в Тихом океане и Дальневосточных морях в целях обнаружения подводных землетрясений и регистрации цунами;

- расчету характеристик цунами;
- своевременному предупреждению об угрозе цунами и оповещению об отмене угрозы цунами;
- поддержанию необходимого уровня технического оснащения элементов подсистемы, обеспечивающего своевременное получение достоверной информации о цунами, ее обработке и передаче по каналам связи согласно установленным схемам;
- районированию территорий и выдачи рекомендаций по безопасной деятельности в прибрежной зоне Дальнего Востока России;
- обучению и подготовке населения к действиям при чрезвычайных ситуациях, вызванных цунами;
- осуществлению взаимодействия с зарубежными службами предупреждения о цунами в Тихоокеанском регионе.

### **1.3. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров**

Лесом покрыто почти 2/3 территории России. Общая площадь земель лесного фонда, по данным Рослесхоза, составляет 1 млрд 146 млн га. Ежегодно в России регистрируется от 9 тыс. до 35 тыс. лесных пожаров, охватывающих площади от 500 тыс. до 3,5 млн га. Согласно данным МЧС России и Рослесхоза, всего с начала 1992 года по конец 2018 года в России зарегистрировано порядка 635 тыс. лесных пожаров, то есть затронувших земли лесного фонда.

В среднем размер ущерба от лесных пожаров в год составляет порядка 20 млрд рублей, из них от 3 до 7 млрд – ущерб лесному хозяйству (потери древесины). Остальные потери – расходы на тушение и последующую расчистку горелых площадей, ущерб от гибели животных, загрязнения продуктами горения, затраты на восстановление леса и т.д.

По данным МЧС России, подавляющее большинство лесных пожаров

возникает по вине человека: например, из-за непотушенных сигарет, неправильно разведенных костров, перехода на лесные угодья весеннего пала травы или искр от автомобильного или железнодорожного транспорта. В редких случаях пожары вызваны попаданиями молний.

Таким образом лесные пожары являются серьезной проблемой, требующей скорейшего решения. Наиболее предпочтительным решением является создание аэрокосмической системы, включающей в себя, наряду с наземными наблюдательными пунктами и воздушными патрулями, космические средства слежения за лесными пожарами.

Благодаря развитию современных технологий сбора и обработки информации о возможных появлениях лесных пожаров была разработана информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров.

Система сбора информации о склонности к горению леса по данным наземных и авиационных наблюдений применяется на особо охраняемой территории лесного фонда наземными и авиационными методами наблюдения. В последнее время активно применяются беспилотные летательные аппараты. Геоинформационная система мониторинга лесных пожаров решает задачи интеграции оперативных данных, анализа текущей пожарной обстановки, обработки и предоставления стандартных информационных продуктов, необходимых для принятия решений по обнаружению и тушению лесных пожаров, подготовки отчетной картографической информации.

Интегрированы данные пеленгации грозových разрядов, данных наземных метеостанций, данных наземных, авиационных и спутниковых наблюдений за лесными пожарами.

Функционально геоинформационная система решает несколько задач:

- 1) подготовка картографической продукции и статистической отчетности на WEB-серверах;
- 2) ежедневная работа с оперативными данными для оценки состояния и

горимости лесов, принятие управленческих решений по тушению пожаров;

3) подготовка отчетных картографических материалов в течение пожароопасного сезона и по его окончанию.

Система спутникового мониторинга лесных пожаров активно развивается, применяются методы и технологии анализа и обработки спутниковых данных для решения задач мониторинга.

Немаловажное значение для системы авиационной охраны лесов от пожаров имеет получение количественных оценок площадей, пройденных лесными пожарами на всей территории России как в течение пожароопасного сезона, так и по его завершению.

Здесь решающую роль играют данные дистанционного зондирования, обеспечивающие накопление большого массива информации за продолжительный период времени, наблюдение и долгосрочный мониторинг на обширных территориях Сибири и Дальнего Востока.

За последние годы были разработаны алгоритмы картирования лесных пожаров и гарей по данным спутниковой съемки SPOT-VEGETATION и TERRA-MODIS. Эти алгоритмы встроены в цепочки автоматической обработки спутниковых данных

Так же в последнее время актуальным направлением обнаружения признаков возгорания является видеоаналитика. В рамках приоритетных направлений научно-технической деятельности МЧС России, в частности, «Развитие и внедрение передовых технологий и средств предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах», предлагается использовать системы видеонаблюдения с целью раннего обнаружения возгорания. Актуальность исследования средств и способов обнаружения пожаров заключается в том, что открытое пламя несет разрушительные последствия. С этим сталкиваются и граждане, и коммерческие организации. Еще более велики риски в отношении объектов

промышленности и лесного хозяйства.

Безусловно, к настоящему времени существует масса пожарных извещателей. Все они способствуют обнаружению тех или иных признаков пожара:

- дыма (дымовые пожарные извещатели);
- температуры (тепловые пожарные извещатели);
- огня (датчики пламени);
- механического воздействия человека (ручные пожарные извещатели);
- одновременное обнаружение нескольких признаков (комбинированные).

Однако классические противопожарные системы являются наиболее эффективными только при применении их в едином комплексе. Между тем, это может быть неприемлемым по ряду причин: итоговая дороговизна оборудования, сложность монтажа и обслуживания, а иногда и эстетические факторы. Именно по этой причине в настоящее время разработаны противопожарные устройства и системы на основе видеоаналитики.

Видеонаблюдение – это процесс, осуществляемый с применением оптико-электронных устройств, предназначенных для визуального контроля или автоматического анализа изображений. Система видеонаблюдения – это телевизионная система замкнутого типа, предназначенная для получения телевизионных изображений с охраняемого объекта в целях обеспечения антикриминальной защиты.

Использование современных цифровых технологий в организации видеонаблюдения позволяет существенно повысить его качество, а системы обеспечения безопасности становятся интеллектуальными. К системе видеонаблюдения можно подключить дополнительные модули, наделенные интеллектом, что позволит существенно увеличить возможности комплекса охранного телевидения. Такое интеллектуальное видеонаблюдение называется видеоаналитикой.

Видеоаналитика – это аппаратно-программное обеспечение или технология, использующие методы компьютерного зрения для автоматизированного сбора данных на основании анализа потокового видео (видеоанализа). В основу программного обеспечения видеоаналитики положен комплекс алгоритмов машинного зрения, позволяющих вести видеонаблюдение без прямого участия человека.

Основными преимуществами противопожарной видеоаналитики по сравнению с классическими системами являются:

- минимальное время реакции на возгорание;
- большой объем контролируемых зон и помещений;
- возможность обнаружения бездымного возгорания, а также огня с низкой температурой пламени;
- возможность автоматического обнаружения присутствия посторонних объектов в контролируемой зоне;
- возможность видеоверификации возгорания;
- возможность развертывания противопожарной видеоаналитики на базе существующей системы видеонаблюдения;
- возможность записи и хранения видео для последующего изучения причин возгорания.

Автоматизированная система видеонаблюдения, совместно с программным обеспечением видеоаналитики, выявляет тревожные или подозрительные события без участия человека и выводит их на экран оператору в автоматическом режиме. При этом в последние годы наблюдается существенное улучшение качества работы техники и программного обеспечения с одновременным снижением их стоимости. Например, современные камеры высокого разрешения могут фиксировать объекты на расстоянии до двух километров. А внедрение системы ранжирования событий позволяет реагировать в первую очередь на наиболее важные события, не терпящие отлагательств. Модули видеоаналитики

распознают дым или очаг пожара, драку, оставленный посторонний предмет, фиксируют появление нарушителя в запрещенной зоне.

Из многообразия основных видов и модулей ситуационной видеоаналитики, в рамках данной работы, отдельного внимания заслуживает детектор пожара.

В качестве детектора возгорания и задымления используется поворотная видеокамера, выполняющая панорамное сканирование в автоматическом режиме с возможностью ручного управления. Системы дистанционного мониторинга лесных пожаров на основе систем видеоаналитики с компьютерным зрением состоят из узлов мониторинга – управляемых высокоскоростных купольных видеокамер, обычно устанавливаемых на вышках, и локальных мониторинговых центров. В эти центры поступает информация от видеокамер.

Для обеспечения противопожарной безопасности объектов, лесных массивов совместно с инструментами видеоаналитики большую популярность набирает использование беспилотных летательных аппаратов и воздушных судов. Особенно это актуально в рамках развития программы «Безопасный город» на территории Российской Федерации, одной из главных задач которого является мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций.

Беспилотники способны выполнять большое количество задач, как в военной, так и в гражданской сфере. Такие летательные аппараты обладают рядом достоинств: имеют сравнительно небольшую стоимость, не требуют высококвалифицированного в летном отношении персонала, не требуют серьезного обслуживания и применения спецтранспорта для перевозки. Наземная часть такой системы проста и удобна в эксплуатации. Учитывая малый вес полезной нагрузки, существенно возрастают требования к бортовым датчикам оптического и инфракрасного диапазона. Датчики системы должны выполнять в основном наблюдательные функции и в

меньшей степени измерительные. Для эксплуатации данных систем не нужно создавать специальных подразделений. Высокая степень автоматизации должна позволить эксплуатировать эти системы рядовым специалистам.

Алгоритм взаимодействия систем видеонаблюдения и беспилотных летательных аппаратов достаточно прост: поворотная камера, расположенная на значительной высоте, проводит автоматическое панорамное сканирование окружающей территории. В случае распознавания признаков возгорания камера передает в мониторинговый центр сигнал «тревоги» с указанием сектора обзора, после чего на указанный участок территории вылетает беспилотный летательный аппарат, способный выполнить мониторинг и анализ обстановки на местности. Выбор конкретного типа беспилотного летательного аппарата в первую очередь будет зависеть от удаленности предполагаемого возгорания, следовательно, от необходимого времени полета.

Таким образом, беспилотные летательные аппараты при взаимодействии с системами видеонаблюдения позволят повысить эффективность обнаружения источников возгорания на ранних этапах, оперативно оценить складывающуюся обстановку, на основании анализа которой произвести оптимальный расчет сил и средств, необходимых для ликвидации чрезвычайной ситуации.

Благодаря системе видеоаналитики можно на ранней стадии обнаруживать и оперативно реагировать на очаги задымлений и возгораний в помещениях. На рабочем месте оператора отображается карта с указанием сектора обзора, который соответствует направлению камеры в данный момент времени. Это позволяет определять место пожара и оперативно направлять пожарные расчеты в правильном направлении. При автоматическом обнаружении возгорания или задымления система определяет координаты места происшествия и отмечает его на карте местности.

## **ГЛАВА 2. МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННЫХ ОПАСНОСТЕЙ**

### **2.1. Мониторинг состояния критически важных и потенциально опасных объектов**

Мониторинг критически важных и потенциально опасных объектов обусловлен необходимостью своевременного выявления и предупреждения угроз техногенного и природного характера, а также угроз вызванных проявлениями терроризма в отношении инфраструктуры Российской Федерации.

Мониторинг объектового уровня является средством информационной поддержки принятия решения руководством критически важных объектов (далее – КВО) по предупреждению возникновения критических ситуаций в условиях действия различных дестабилизирующих факторов, обеспечению защищенности и устойчивости функционирования критически важных систем объекта.

Объектовые системы мониторинга критически важных объектов, в основном, базируются на структурированных системах мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (далее – СМИС), построенных на базе программно-технических средств и предназначенных для осуществления на соответствующих категориях объектов автоматического мониторинга систем инженерно-технического обеспечения, состояния основания, строительных конструкций зданий и сооружений, технологических процессов, сооружений инженерной защиты и передачи в режиме реального времени информации об угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций, в т.ч. вызванных террористическими актами, по каналам связи в органы повседневного управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Для обеспечения контроля угроз возникновения аварий на критически важных и потенциально опасных объектах, в состав АПК «Безопасный город» должна входить подсистема мониторинга:

- теплоснабжения;
- вентиляции и кондиционирования;
- водоснабжения и канализации;
- электроснабжения;
- газоснабжения;
- пожарной безопасности;
- состояния лифтового оборудования;
- связи и оповещения;
- охранной сигнализации, видеонаблюдения, контроля и управления доступом, досмотровых средств;
- уровня радиации, аварийных химически опасных веществ, биологически опасных веществ, значительной концентрации токсичных и взрывоопасных концентраций газовоздушных смесей и др.

Объектами контроля угроз возникновения аварий, ЧС должны являться технологические системы, а также основания, строительные конструкции зданий и сооружений; сооружения инженерной защиты, зоны возможных сходов селей, оползней, лавин в зоне эксплуатации объекта.

СМИС должны обеспечивать контроль следующих основных дестабилизирующих факторов:

- возникновения пожара;
- нарушения в системе теплоснабжения, отопления, подачи горячей и холодной воды;
- нарушения в подаче электроэнергии;
- нарушения в подаче газа;
- отказа в работе лифтового оборудования;
- несанкционированного проникновения в служебные помещения;

- повышенного уровня радиации, предельно допустимой концентрации аварийных химически опасных веществ, биологически опасных веществ, взрывоопасных концентраций газовоздушных смесей;
- затопления помещений, дренажных систем и технологических приемков;
- утечки газа;
- отклонений от нормативных параметров технологических процессов, способных привести к возникновению чрезвычайных ситуаций;
- изменения состояния основания, строительных (инженернотехнических) конструкций зданий и сооружений;
- нарушение работоспособности систем противоаварийной защиты, безопасности и противопожарной защиты;
- нарушение герметичности сооружений инженерной защиты;
- изменения состояния участков возможных сходов селей, оползней, лавин в зоне эксплуатации объекта мониторинга.

СМИС должны обеспечивать: прогнозирование и предупреждение аварийных ситуаций путем контроля за параметрами процессов обеспечения функционирования объектов и определения отклонений их текущих значений от нормативных; непрерывность сбора, передачи и обработки информации о значениях параметров процессов обеспечения функционирования объектов; формирование и передачу формализованной оперативной информации о состоянии технологических систем и изменении состояния инженернотехнических конструкций объектов в дежурные и диспетчерские службы объекта; формирование и передачу формализованного сообщения о ЧС на объектах, в т.ч. вызванных террористическими актами, в органы повседневного управления Российской единой системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций; автоматизированное оповещение о произошедшей аварии чрезвычайной ситуации и необходимых действиях по эвакуации; автоматизированное оповещение соответствующих специалистов,

отвечающих за безопасность объектов; документирование и регистрацию аварийных ситуаций, а также действий дежурных и диспетчерских служб объектов.

В состав СМИС объекта должны входить следующие подсистемы:

- система сбора данных и передачи сообщений;
- система связи и управления в кризисных ситуациях;
- система мониторинга инженерных (несущих) конструкций, опасных природных процессов и явлений.

В комплекс измерительных средств могут входить: аналоговые и (или) цифровые датчики контроля технологических параметров; водо-, газо- и электросчетчики; датчики аварий с дискретными сигналами; датчики контроля изменения состояния инженерных несущих конструкций; датчики обнаружения повышенного уровня радиации, аварийных химически опасных веществ, биологически опасных веществ, значительной концентрации токсичных и взрывоопасных концентраций газоздушных смесей.

В комплекс средств автоматизации должны входить программируемые логические контроллеры, обеспечивающие дистанционную передачу информации и дистанционное управление исполнительными механизмами.

СМИС подлежат обязательной установке на следующих категориях объектов:

- радиационно-опасные объекты (атомные электростанции, исследовательские реакторы, предприятия топливного цикла, хранилища временного и долговременного хранения ядерного топлива и радиоактивных отходов);
- объекты, на которых получают, используют, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества в количествах, превышающих предельно установленные законодательством Российской Федерации;

– объекты, на которых осуществляется уничтожение, захоронение химических и других опасных отходов;

– объекты, на которых имеются крупные склады для хранения нефти и нефтепродуктов (свыше 20 тыс. тонн) и изотермические хранилища сжиженных газов;

– объекты, на которых используются стационарно установленные канатные дороги и фуникулеры;

– объекты, на которых производят, получают или перерабатывают жидкофазные или твердые продукты, обладающие взрывчатыми свойствами и склонные к спонтанному разложению с энергией возможного взрыва, эквивалентной 4,5 тоннам тринитротолуола;

– сооружения связи, являющиеся особо опасными, технически сложными в соответствии с законодательством Российской Федерации в области связи;

– линии электропередачи и иные объекты электросетевого хозяйства напряжением 330 кВ и более;

– аэропорты и объекты их инфраструктуры;

– объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования;

– метрополитены;

– морские порты;

– объекты обустройства нефтяных месторождений на шельфах морей;

– магистральные газо-, нефте- и продуктопроводы;

– объекты газораспределительных систем.

Автоматизированная система мониторинга КВО включает:

– объектовый центр мониторинга и управления;

– датчиковую и преобразующую аппаратуру;

– подсистему сбора информации;

– информационно-телекоммуникационные средства.

Основным элементом автоматизированной системы мониторинга КВО для реализации вышеперечисленных функций является объектовый центр мониторинга и управления, который предназначен для: сбора, анализа и обработки информации о состоянии производственных участков с критическими технологическими процессами, систем жизнеобеспечения и безопасности КВО; передачи информации в вышестоящий центр мониторинга и управления об обобщенных показателях состояния защищенности КВО; подготовки вариантов управленческих решений для руководителя КВО в случае возникновения угроз, критических или чрезвычайных ситуаций.

Объектовый центр мониторинга и управления включает:

1. Автоматизированные рабочие места (АРМ) для двух операторов.
2. Специальное коммуникационное оборудование, которое подключается непосредственно к датчиковой и преобразующей аппаратуре критически важных систем.
3. Средства локальной вычислительной сети предприятия для организации сбора информации с датчиковой и преобразующей аппаратуры (газоанализаторов) контроля воздушной среды в производственных помещениях, контроля критических точек выброса вредных веществ на территории КВО.
4. Серверы центра мониторинга и управления: сервер базы данных верхнего уровня, сервер базы данных реального времени, терминальный сервер.
5. Средства коллективного (группового) отображения информации.
6. Выносные средства отображения информации для руководства КВО (генерального директора, его заместителей, главного инженера).
7. Коммуникационные средства (маршрутизатор) и средства защиты информации (межсетевой экран).
8. Средства оповещения подразделений, участков, цехов, отделов и

служб предприятия (включаются функционально).

АРМ оператора 1 предназначен для выполнения следующих функций: планирование мероприятий по мониторингу КВС; формирование обобщенных показателей защищенности КВО; прогнозирование нештатных (критических) ситуаций при мониторинге КВС; подготовка данных для принятия решений по нештатным (критическим) ситуациям руководством КВО; оповещение должностных лиц КВО об аномальных (критических, чрезвычайных) ситуациях и их последствиях; доведение планов и оперативных распоряжений по съему информации и представлению результатов мониторинга; организация обмена данными.

АРМ оператора 2 предназначен для выполнения следующих функций: сбор информации с датчиковой и преобразующей аппаратуры КВС, получение данных о результатах мониторинга подразделениями и службами предприятия; выявление нештатных (критических) ситуаций, оценка параметров мониторинга КВС; участие в планировании мероприятий по мониторингу КВС; формирование оперативных распоряжений по съему информации и представлению результатов мониторинга; организация обмена данными с подразделениями и службами предприятия.

Сервер баз данных реального времени осуществляет оперативную обработку датчиковой информации и ведение баз данных реального времени КВС.

Сервер баз данных верхнего уровня выполняет функции вторичной обработки информации, ведение статистических и других баз данных верхнего уровня, формирование трехмерных моделей, ведение электронного паспорта КВО.

На региональном уровне выполняются следующие функции: прием от регионального центра мониторинга и управления и анализ обобщенных данных о состоянии и показателях защищенности КВО; подготовка интегральных оценок нештатных ситуаций в отношении объектов и оценка их возможных последствий; выдача запросов; подготовка и представление

вариантов для принятия управленческих решений; взаимодействие по нормативной и текущей информации в области мониторинга объектов.

Информационно-телекоммуникационные средства региональной системы мониторинга КВО включают:

1. Средства сети передачи данных широкополосного доступа регионального оператора связи.

2. Средства системы связи и передачи данных органов повседневного управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций – центров управления в кризисных ситуациях.

3. Средства сотовой связи цифрового стандарта GSM (900/1800 МГц).

4. Средства спутниковой связи «Гонец-М», «Курс-М», «Коспас - Саргат».

## **2.2. Мониторинг состояния гидротехнических сооружений**

Цели и задачи мониторинга состояния гидротехнических сооружений (ГТС) достигаются посредством организации системы постоянных (непрерывных) визуальных и инструментальных (в том числе автоматизированных, дистанционных) наблюдений, обеспечивающих получение качественной и достоверной информации в необходимых объемах.

К объектам мониторинга состояния гидротехнических сооружений относятся:

- намывные и насыпные ограждающие и подпорные дамбы и плотины;
- грунты основания гидротехнического сооружения в зоне влияния;
- системы гидротранспорта и оборотного водоснабжения, включая прудки отстойники;
- основное технологическое оборудование;
- природоохранные сооружения, предназначенные для предотвращения вредного влияния накопителя;

Мониторинг состояния гидротехнических сооружений также распространяется на:

- осуществление мероприятий по обеспечению устойчивости гидротехнических сооружений и элементов конструкции накопителя;
- анализ изменения химического состава складированных отходов (класс токсичности) и характер его влияния на состояние конструкций ГТС.

Основные функции системы мониторинга безопасности гидротехнических сооружений предприятий:

- наблюдения за устойчивостью (статической, динамической, сейсмической и фильтрационной) ограждающих дамб и других сооружений (элементов конструкции) накопителей промышленных отходов;
- наблюдения за уровнями воды, глубиной, мутностью, химсоставом и объемами воды в прудках-отстойниках;
- наблюдения за фильтрацией из накопителя;
- учет сбросов (баланс) дренажных вод и выбросов загрязняющих веществ (в том числе пыли) в окружающую среду;
- учет объемов и динамики складирования шламов;
- учет физико-механических характеристик шламов, укладываемых в ограждающие дамбы и чашу накопителя;
- учет технологических параметров складирования (намыва) шламов;
- учет нарушенных (деградированных, загрязненных) и рекультивированных (восстановленных) земель;
- наблюдения за состоянием (загрязнением) подземных и поверхностных вод в районе накопителя, а также грунтов прилегающих территорий.

Мониторинг состояния гидротехнических сооружений строится на основе оптимизации объемов дистанционных и иных наблюдений, обеспечивающих своевременное выявление (прогнозирование) и предупреждение наиболее опасных аварийных ситуаций.

Мониторинг состояния водоподпорных ГТС должен включать:

- регулярные взаимоувязанные контрольные наблюдения за состоянием ГТС, их оснований, береговых сопряжений в нижнем и верхнем бьефах;
- сбор, накопление и хранение данных наблюдений;
- сопоставление измеренных значений диагностических показателей состояния ГТС с их критериальными значениями;
- оперативную оценку состояния ГТС, их оснований и береговых сопряжений;
- информирование органов, заинтересованных в безаварийном состоянии ГТС, на местном (локальном), региональном (территориальном) и федеральном уровнях.

Прогнозирование развития, масштабов возможных последствий гидродинамических аварий на водоподпорных ГТС включает:

- прогнозирование степени разрушения ГТС;
- прогнозирование параметров волны прорыва, образующейся при разрушении ГТС;
- прогнозирование поставарийного состояния русла и поймы в возможной зоне затопления;
- сбор, хранение и обработку исходных данных для уточнения прогноза вследствие изменения условий жизнедеятельности в нижнем бьефе;
- прогнозирование последствий аварий для населения и территории в зоне возможного затопления.

### **2.3. Автоматизированная система контроля радиационной обстановки**

Автоматизированная система контроля радиационной обстановки (АСКРО) функционирует в двух основных режимах:

- 1) в нормальном (повседневном) – сбор информации о радиационной обстановке производится с заданной периодичностью в соответствии с регламентом контроля;

2) в аварийном – сбор информации о состоянии и динамике радиационной обстановки при возникновении аварийных ситуаций на контролируемых объектах осуществляется в соответствии с аварийным регламентом в целях обеспечения информационной поддержки действий, создаваемых в этих случаях органов управления.

В состав АСКРО входят подсистемы и аппаратные средства, обеспечивающие контроль за возможным нештатным попаданием в окружающую среду продуктов переработки ядерных материалов на различных стадиях:

- при эксплуатации объектов атомной промышленности и энергетики;
- при проведении работ, связанных с транспортировкой, переработкой и захоронением отработанных ядерных материалов;
- при использовании источников ионизирующих излучений в медицине, строительстве, пищевой промышленности и в других областях.

АСКРО должна объединять в себе федеральный, локальный и территориальный информационные уровни (рисунок 2.1).

Локальный уровень составляют системы контроля радиационной обстановки, входящие в состав предприятий и учреждений, осуществляющих его своими силами и средствами. На этом уровне проводится непосредственный контроль радиационной обстановки, т.е. измерения, обработка и анализ информации, связанной с воздействием конкретных радиационно-опасных объектов на формирование радиационной обстановки.

При ухудшении радиационной обстановки основой для планирования защитных мероприятий являются величины прогнозируемых (предполагаемых) доз облучения – доз, которые могут быть получены персоналом и населением за определенное время.

Значительную роль в обеспечении мониторинга обеспечивает автоматизированная система радиационного контроля Института проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук,

которая предназначена для анализа радиационной и метеорологической обстановки в районе эксплуатации радиационно-опасного объекта.

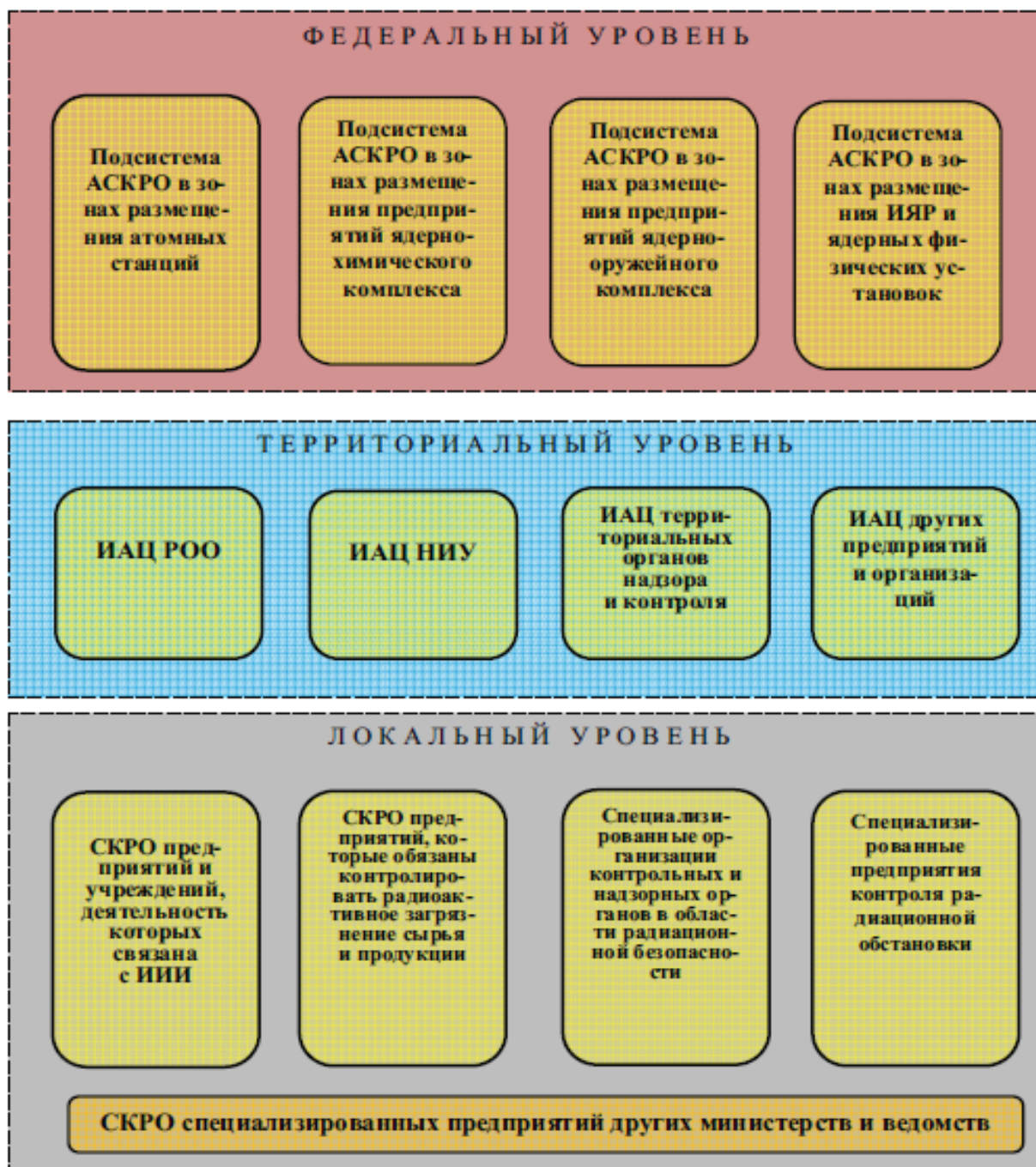


Рис. 2.1. Структура автоматизированной системы контроля радиационной обстановки

Данные автоматического мониторинга может дополнить проведенная разведка с применением наземных и воздушных транспортных средств, а в случаях невозможности их применения – пешим порядком.

Прогнозируемые дозы облучения не могут быть измерены напрямую, а являются модельными величинами, основанными на текущей информации и прогностических расчетах.

Прогнозируемые дозы облучения состоят из ряда оценок радиологического и нерадиологического характера (например, оценок, которые базируются на моделях переноса радиоактивной примеси за счет ее атмосферного перемещения и использующих в качестве входных величин параметры источника радиоактивного выброса параметры, описывающие локальные метеоусловия)

Таким образом, для обеспечения радиационной безопасности персонала и населения помимо достоверных данных о радиационных (радиологических) параметрах необходим набор нерадиационных параметров и методик расчета прогнозируемых доз облучения.

Полномасштабная АСКРО должна быть ориентирована на измерение (или оценку посредством вычисления) всех контролируемых параметров и величин. Ограниченная часть данных может быть получена в автоматическом режиме (в том числе в режиме реального времени) с использованием результатов измерений, получаемых постами автоматизированной системы контроля радиационной обстановки.

К таким данным относятся:

- мощность дозы (эквивалентной, поглощенной) гамма-излучения;
- локальные метеоусловия (скорость и направление ветра, характеристики осадков и другие параметры, необходимые для прогнозирования локального переноса радиоактивной примеси в атмосфере);
- спектральный состав гамма-излучения;
- объемные активности альфа и бета-излучающих радионуклидов в приземном слое воздуха, включая активности трития, изотопов йода и короткоживущих радиоактивных благородных газов;
- объемная активность радионуклидов в воде.

Помимо этого, необходимы данные изучения проб внешней среды в лабораторных условиях, позволяющие получить значения концентраций радионуклидов в пробах окружающей среды различного происхождения.

На современном уровне развития техники измерений такие данные в автоматическом режиме получать или невозможно, или экономически не целесообразно.

К данным, которые невозможно получить в автоматическом режиме, относятся также дозы облучения (накопленные и ожидаемые), результаты радиационной разведки, полученные с помощью мобильных средств, и др.

#### **2.4. Мониторинг аварий на химически опасных объектах**

Мониторинг объектов с аварийно-опасными химическими веществами (АХОВ) осуществляется с использованием газосигнализаторов.

Газосигнализатор – автоматический прибор для непрерывного или периодического контроля за состоянием воздуха и выдачи сигналов о появлении в нём токсических веществ в газо- и парообразном состоянии. Применяется при проведении химической разведки для обнаружения паров АХОВ в атмосфере и для контроля воздуха в обитаемых подвижных и стационарных объектах.

Состоит из чувствительного элемента (детектора), с помощью которого регистрируется опасное вещество (ОВ), преобразователя (или усилителя), сигнального устройства и источника питания. В зависимости от условий эксплуатации газосигнализаторы могут иметь также воздухозаборное устройство, фильтры, сепараторы, концентраторы. Газосигнализаторы бывают непрерывного и периодического действия. Приборы подразделяются на газосигнализаторы локального типа, контролирующие атмосферу в месте установки прибора, и дистанционные, обнаруживающие АХОВ на расстоянии.

Среди приборов локального типа наиболее распространены ионизационные (детектор регистрирует изменение электропроводности воздуха в присутствии АХОВ). Применяются также газосигнализаторы, основанные на полярографическом и кулонометрическом (по изменению электрических параметров), фотометрическом (по изменению окраски индикатора), люминесцентном (по свечению индикатора) методах регистрации.

Получили развитие газосигнализаторы на основе полупроводниковых, пьезоэлектрических и электрохимических детекторов малых и сверхмалых размеров, называемых сенсорами. В газосигнализаторах дистанционного типа может быть реализован принцип активной или пассивной локации. В первом случае в дистанционном локаторе, называемом лидар, в качестве источника излучения используется лазер. О появлении АХОВ в этом случае судят по изменению характеристик лазерного излучения до и после его взаимодействия с АХОВ. При пассивной локации регистрируется собственное инфракрасное излучение АХОВ на фоне излучения окружающей среды.

Перечень технических средств контроля опасных веществ, стоящих на вооружении соответствующих служб Российской Федерации представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1.

Технические средства контроля опасных веществ

Серия	Название
УПГК-ЛИМБ	Универсальный прибор газового контроля УПГК-ЛИМБ. Контроль и оперативное измерение массовых концентраций вредных веществ, в том числе зарин, зоман, V-газы, люизит, бромистый водород, цианистый водород и др., в воздухе и сыпучих материалах.

Продолжение таблицы 2.1

Серия	Название
УПГК-ЛИМБ-СИ	Универсальный прибор газового контроля УПГК-ЛИМБ-СИ. Контроль и оперативное измерение массовых концентраций вредных веществ, в том числе зарин, зоман, V-газы, люизит, бромистый водород, цианистый водород и др., в воздухе и сыпучих материалах.
ГСА/АИГ	Газосигнализатор ГСА/АИГ (аналог ГСА-3). Обнаружение в воздухе ФОВ, таких как зарин, зоман, вещество типа Vx (российский аналог V-газов), люизита, иприта и АХОВ. Выдача звукового и светового сигнала.
ГСА-7	Автоматический газосигнализатор ГСА-7.
ГСА-Д	Газосигнализатор ГСА-Д. Контроль зараженности воздуха ФОВ, таких как зарин, зоман, вещество типа Vx (российский аналог V-газов), люизита, иприта. Непрерывный автоматический контроль воздуха с выдачей сигнала оповещения.
СИП-100М	Газосигнализатор СИП-100М. Автоматическое обнаружение и идентификация паров фосфорорганических веществ и АХОВ в воздухе. Обнаружение и идентификация токсичных химикатов.
АНТ-3М	Анализатор – течеискатель АНТ-3М. Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны и дозрывоопасных концентраций.
ВПХР	Войсковой прибор химической разведки ВПХР.
КПО-1М	Комплект приспособлений для отбора проб КПО-1М.
ГСА-3	Газосигнализатор ГСА-3. Обнаружение в воздухе отравляющих веществ и сильнодействующих ядовитых веществ (АХОВ). Автоматическое и звуковое оповещение.

Системы ближнего бесконтактного обнаружения взрывчатых веществ и ОВ основаны на принципе рамановского спектрометра. Рамановские спектры получают облучением образца лазерным источником видимого, ультрафиолетового или ближнего инфракрасного диапазонов. Излучение взаимодействует с молекулами образца и рассеивается на определенных частотах, не соответствующих частоте зондирующего лазера (рамановский спектр), по которому вещество может быть идентифицировано.

Как следствие малых интенсивностей рамановского рассеяния детектирование и измерение спектров затруднено и метод применим только к макроскопическим количествам опасных веществ.

В настоящее время разработан модульный рамановский спектрометр RAMAN-LS, который предназначен для оперативного анализа жидких и твердых веществ, таких как водные растворы, взрывчатые и наркотические вещества, алкоголь, бензин, таблетки, порошки. Данный прибор позволяет производить бесконтактный анализ веществ, т.е. идентифицировать материалы через упаковку, контейнеры из различных материалов, включая стекло, пластмассу, картон и т.п. Для проведения полного анализа требуется минимальное количество материала и не требуется специальная подготовка проб. Схема устройства данного прибора представлена на рисунке 2.2.

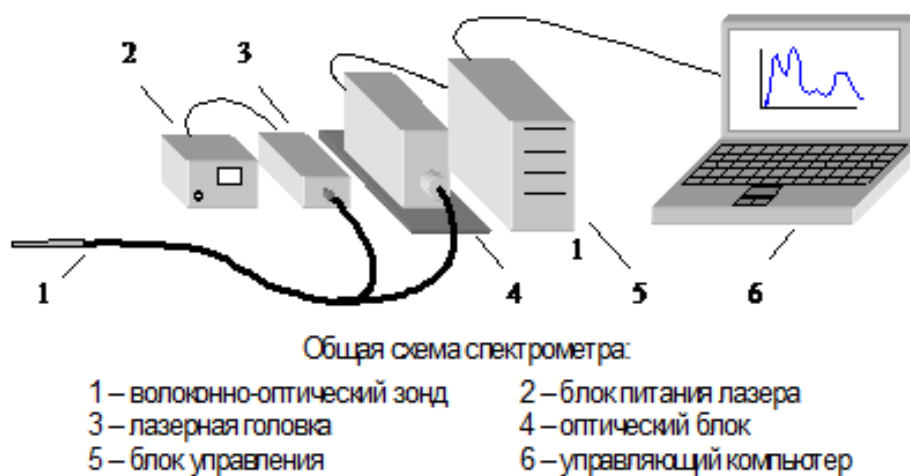


Рис. 2.2. Общая схема спектрометра RAMAN-LS

Отличительные особенности спектрометра RAMAN-LS следующие:

1. Модульная структура – возможность подключения источников излучения и оптических зондов разных производителей, стандартные оптические разъемы.

2. Работа с двумя типами лазеров. Оптический блок позволяет использовать лазеры с длиной волны излучения  $\lambda = 785$  нм, мощностью  $W = 450$  мВт и  $\lambda = 532$  нм, мощностью  $W = 50$  мВт без какой-либо дополнительной настройки.

3. Использование оптических зондов различной длины и назначения в зависимости от решаемых задач. В комплект поставки входят два зонда (1.5 м и 5 м).

4. Исследование жидких, твердых и сыпучих образцов. Благодаря имеющимся различным насадкам на оптические зонды, а также входящему в состав системы отделению для установки проб, пользователь может работать с различными типами образцов, в том числе и через пластиковую и стеклянную упаковку. Жидкие образцы также можно помещать в специальные кварцевые кюветы, имеющиеся в комплекте.

5. Программное обеспечение с интеллектуальными функциями. Работая с различными образцами, пользователь может создавать собственные библиотеки спектров и использовать их, в свою очередь, для автоматизированного распознавания неизвестных образцов и смесей, применять интеллектуальные функции идентификации и верификации образцов.

Технические характеристики прибора приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Технические характеристики прибора RAMAN-LS

Параметр	Значение
Масса системы в кейсе, кг	5
Время анализа, не более, сек	30
Спектральное разрешение, см <sup>-1</sup>	10
Спектральный диапазон, см <sup>-1</sup>	130-3000
Диагностируемые вещества	Водяные растворы, алкоголь, бензин, таблетки, порошки, взрывчатые вещества и наркотики
Внешние условия (температура)	от -20 до + 45° С

Создан мобильный робототехнический комплект принципиально нового для России мини-класса, оборудованный спектрометром RAMAN-LS. Разработанный комплекс может перевозиться легковым автомобилем, доставляться на место расчетом из одного-двух человек и позволяет проводить в дистанционном режиме оперативные мероприятия.

Такие как:

1. Визуальные осмотры подозрительных на наличие взрывчатых веществ предметы.

2. Детектирование следовых количеств взрывчатых веществ на различных поверхностях с использованием спектрометрии.

3. Аудиовизуальная разведка при проведении операций антитеррористического характера.

Технические характеристики досмотрового мобильного мини-робота (ММР) приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Технические характеристики мобильного мини-робота

Параметр	Значение
Масса ММР в зависимости от оснащения, кг	12-18
Масса пульта дистанционного управления, кг	15
Габаритные размеры в гусеничном варианте, мм	450×395×110
Габаритные размеры в колесном варианте, мм	500×395×150
Дальность дистанционного управления (радио/кабель), м	100/70
Скорость движения максимальная, м/с	3
Длительность непрерывной работы, ч	4
Характеристики проходимости в гусеничном варианте:	
– продольный уклон, град.	30
– высота одиночного препятствия, мм	250
– ширина канавы, мм	350
– движение по лестнице	есть
Характеристики проходимости в колесном варианте:	
– продольный уклон, град.	30
– высота одиночного препятствия, мм	100
– ширина канавы, мм	150
– движение по лестнице	нет

Базовая модификация мобильного мини-робота позволяет оперативно перестраивать его с гусеничного на колесный вариант и обратно.

На рисунках 2.3-2.5 приведены варианты функциональных возможностей ММР.

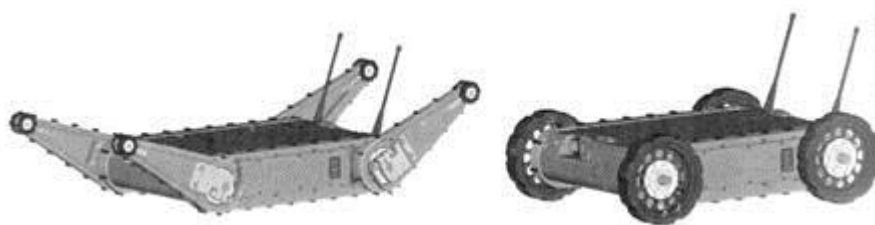


Рис. 2.3. Базовая модификация мобильного мини робота в двух вариантах исполнения шасси

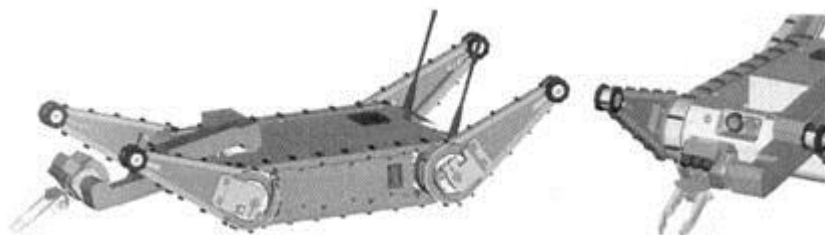


Рис. 2.4. Мобильный мини робот, оснащенный мини-манипулятором

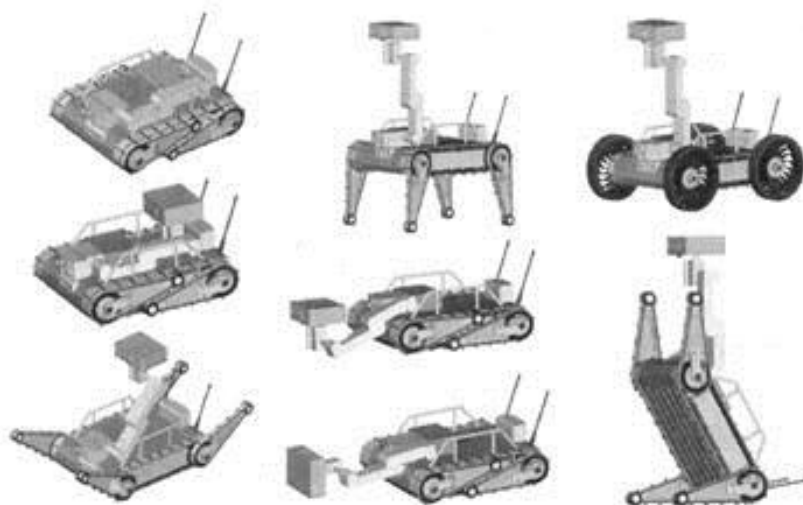


Рис. 2.5. Демонстрация функциональных возможностей блока аудиовизуального наблюдения

Своевременное обнаружение и идентификация типа отравляющего вещества при террористической атаке или техногенной катастрофе определяют эффективность применения средств противодействия, а также размер нанесенного ущерба. В этой связи особую актуальность приобретают

высокоточные средства дистанционного обнаружения и идентификации источников заражения во времени и пространстве (например, лазерные технологии, которые хорошо зарекомендовали себя в задачах экологического мониторинга и оптики атмосферы).

Физической основой методов дистанционного обнаружения и идентификации химических соединений в атмосфере является фундаментальное явление взаимодействия электромагнитного излучения с веществом. Особенно активно это взаимодействие происходит в оптическом диапазоне частот. В атмосфере можно выделить два основных эффекта взаимодействия излучения с веществом – это рассеяние и поглощение. Если послать в атмосферу короткий импульс лазерного излучения, то часть энергии этого импульса, рассеявшись на молекулах и аэрозолях, вернется назад и может быть зарегистрирована в виде оптического сигнала. Такой оптический сигнал принято называть «лидарным» откликом, а прибор, способный получать такие отклики – лидаром. В последнее время лидарные методы контроля окружающей среды получают все большее распространение. Очевидна актуальность применения этих методов к задаче построения системы раннего обнаружения и идентификации отравляющих веществ в атмосфере.

Лидары дифференциального поглощения и рассеяния (ДПР-лидары) обладают наибольшей оперативностью и дальностью действия по сравнению с другими лидарными обнаружителями загрязняющих веществ. Принцип их действия основан на измерении разности ослаблений лидарных сигналов, получаемых на двух длинах волн, одна из которых лежит в полосе поглощения обнаруживаемого вещества, а другая – вне. ДПР-лидар, специально спроектированный и построенный для обнаружения отравляющих веществ в атмосфере, позволит за несколько минут провести обнаружение облака отравляющих веществ, определить его размер, координаты, скорость и направление движения, распределение концентрации внутри облака.

Несмотря на то, что ДПР-лидары на основе  $\text{CO}_2$ -лазеров имеют высокую чувствительность и большую дальность действия, они не обладают высоким пространственным разрешением. Применение таких систем целесообразно в условиях широкомасштабных боевых действий, и бессмысленно при локальном нападении. В этой связи особое значение приобретают лидарные методы, построенные на основе эмиссионных эффектов взаимодействия излучения с веществом, таких, например, как спонтанное комбинационное рассеяние (СКР) и флуоресценция. Принцип действия СКР-лидара основан на использовании эффекта спонтанного комбинационного рассеяния лазерного излучения на молекулах вещества. При этом в спектре рассеянного излучения наблюдаются полосы, положение которых определяется типом рассеивающих молекул. СКР-лидар позволяет проводить одновременное дистанционное обнаружение заданного набора загрязняющих компонентов без каких-либо начальных предположений. При этом используется только один источник возбуждающего излучения, длина волны которого может выбираться произвольно.

Методика обнаружения отравляющих веществ с помощью эффекта СКР позволит проводить одновременное обнаружение и идентификацию целого набора вероятных для применения отравляющих веществ по наличию полос СКР в сигналах обратного рассеяния. Кроме того, в случае применения СКР-лидара пространственное разрешение практически будет ограничиваться длительностью лазерного импульса и может быть доведено до 1 м.

Принцип действия флуоресцентного лидара основан на использовании в качестве лидарных откликов сигналов флуоресценции, возбуждаемой в рассеивающем объеме. Флуоресцентные дистанционные методы обнаружения и идентификации отравляющих веществ позволяют проводить надежную идентификацию границ и положения облаков ОВ в

жидко-капельном состоянии, а также проводить их грубую идентификацию. Характеристики обнаружения отравляющих веществ СКР-лидаром представлены в таблице 2.4.

Из таблицы видно, что увеличение времени измерения приводит к незначительному возрастанию дальности обнаружения.

Для обнаружения аномальных изменений атмосферы, обусловленных наличием в ней радиоактивных аэрозолей, паров и аэрозолей отравляющих веществ, аэрозолей биологических средств, паров сильнодействующих ядовитых веществ используются лидарные комплексы дальнего действия.

Таблица 2.4

Характеристики обнаружения отравляющих веществ методом СКР-лидара

Время обнаружения, с		Время измерения		
		$t_d = 1 \text{ с}$	$t_d = 10 \text{ с}$	$t_d = 100 \text{ с}$
Дальность обнаружения, м	GD	440	760	1050
	GB	530	850	1120
	VX	790	1080	1320
	HD	960	1220	1450

Принцип работы лидарного комплекса в режиме определения состава вещества методом дифференциального поглощения основан на регистрации спектра поглощения лазерного зондирующего излучения, отраженного от топографической мишени. Полученная информация обрабатывается, строятся экспериментальные спектры и сравниваются с базой данных. В качестве источников зондирующего излучения используются газовые  $\text{CO}_2$ -лазеры, а также твердотельные лазеры на основе титана и неодима.

Технические характеристики лидарных комплексов дальнего действия представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5.

## Технические характеристики лидарных комплексов дальнего действия

Параметр	Значение
Минимальная дистанция детектирования	0,5 км
Максимальная дистанция детектирования: – для аэрозольного канала – для инфракрасного канала – для ультрафиолетового канала	до 15 км до 15 км до 3 км
Детектируемые газовые примеси: – CO <sub>2</sub> DIAL-канал  – Ti : Sph DIAL-канал – Nd : YAG -канал	углеводороды, фреоны, органофосфаты и др. SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , Cl <sub>2</sub> и др. аэрозоль
Углы обзора: – вертикальное направление (угол места) – горизонтальное направление (азимут)	-5 ÷ + 15 град; -5 ÷ + 185 град ± 180 град
Минимальный шаг сканирования	40 угловых секунд
Максимальная угловая скорость вращения сканера	20 град/с

В лидарных системах ближнего действия в отличие от лидарных комплексов дальнего действия применяются такие лазерные источники, как квантово-каскадные и DFB-полупроводниковые лазеры. Спектр излучения этих лазеров позволяет детектировать такие опасные вещества, как фтороводород (HF), синильная кислота (HCN), сероводород (H<sub>2</sub>S), оксид серы (SO<sub>2</sub>), аммоний (NH<sub>4</sub>), окислы азота, некоторые органические соединения, а также – другие АХОВ и ОБ.

Малые массогабаритные характеристики таких излучателей позволяют создавать портативные лидарные системы.

## 2.5. Системы наблюдения за объектами транспортной инфраструктуры

К задачам, решаемым распределенной интегрированной системой безопасности, относятся:

– сбор и обобщение информации от подчиненных служб безопасности о состоянии и событиях на объектах транспортной инфраструктуры в режиме реального времени;

- уточнение, при необходимости, сложившейся ситуации по видеоизображениям, передаваемым с объектов;
- обеспечение режима видеоконференции в общении должностных лиц при решении конкретных задач управления;
- обеспечение операторов системы безопасности всеми необходимыми данными, имеющимися в базах данных всей системы управления транспортной инфраструктуры;
- выдача рекомендаций по направлениям: перевозка пассажиров, контроль турникетов, контроль переходов, эксплуатация подвижного состава, безопасность инфраструктуры (физическая охрана станций, и др.), безопасность каналов связи (управления), охрана и эффективный контроль состояния путей, стрелок, семафоров и прочего полевого оборудования.

Одним из основных требований функционирования интегрированной системы безопасности является наличие надежных и скоростных каналов передачи данных. В современных условиях резкого осложнения криминальной обстановки, роста числа террористических и диверсионных актов проблема обеспечения безопасности любого объекта выходит в ряд приоритетных.

Существенного повышения уровня безопасности можно достигнуть только пересмотром всей традиционной политики безопасности, основными принципами предлагаемой системы являются:

- 1) интеграция подсистем. Все подсистемы управления взаимосвязаны, и в ответ на событие, произошедшее в одной подсистеме, происходит ответное действие в другой;
- 2) интеллектуальный анализ. Система самостоятельно осуществляет сбор и интеллектуальный анализ поступающей информации, отсеивая малозначительную информацию и привлекая внимание оператора к важным событиям;
- 3) разграничение прав доступа к информации;
- 4) распределенная архитектура;

5) модульность – система состоит из ядра и набора модулей.

Каждая подсистема имеет собственные алгоритмы поведения и может работать автономно. В случае выхода из строя одной из подсистем или центрального компьютера, остальные системы продолжают функционировать в нормальном режиме.

Современная транспортная инфраструктура по количеству и уровню возможных угроз относится к числу наиболее критических объектов, характеризующаяся:

- возрастанием интенсивности транспортных потоков по мере развития экономики, освоения новых территорий, формирования международных транспортных коридоров, включая рост объема перевозок опасных и особо опасных грузов видами транспорта;

- существенной изношенностью, как объектов транспортной инфраструктуры, так и транспортных средств;

- стабильно высокими показателями дорожно-транспортной аварийности со значительным социальным и экономическим ущербом из года в год;

- совершенствованием способов и методов противоправной деятельности по отношению к транспортному комплексу, в первую очередь, террористических организаций.

Основными угрозами на транспорте являются:

- террористические и диверсионные акции (угон или захват воздушных, морских, речных судов, железнодорожного подвижного состава, автотранспорта, взрывы на железнодорожных вокзалах, на транспорте, диверсии против гидротехнических сооружений и др.);

- иные случаи незаконного вмешательства в функционирование транспорта, (наложение посторонних предметов на рельсы, разоборудование устройств железнодорожных путей, телефонный «терроризм», противоправное блокирование аэропортов и основных транспортных

магистралей), угрожающие жизни и здоровью пассажиров, несущие прямой ущерб транспортной сфере и порождающие в обществе негативные социально-политические, экономические, психологические последствия;

- криминальные действия против пассажиров;
- криминальные действия против грузов;
- чрезвычайные происшествия (аварии), обусловленные состоянием транспортных технических систем (их изношенностью, аварийностью, несовершенством), нарушением правил эксплуатации технических систем, в том числе, нормативных требований по экологической безопасности при перевозках, а также природными факторами, создающими аварийную обстановку и влекущими за собой материальные потери и человеческие жертвы.

Особенности применения технических средств обеспечения транспортной безопасности далее будут описаны на примере аэропорта.

**Система телевизионного наблюдения.** Система телевизионного наблюдения представляет собой единую систему с возможностью распределения видеосигналов телекамер, размещенных в зонах пересечения интересов по службам. Сигналы и управление телевизионными камерами, размещенными в зоне ответственности только одной службы, выводятся на станционное и пультовое оборудование данной службы. Система телевизионного наблюдения обеспечивает контроль за следующими зонами:

- местами стоянок воздушных судов;
- периметром объекта транспортной инфраструктуры;
- секторами пограничного и таможенного контроля пассажиров и залами накопления пассажиров перед секторами внутри зданий объекта транспортной инфраструктуры;
- пассажирскими залами и иными помещениями свободного доступа;
- фасадами зданий, выходящими на нережимную территорию;
- стоянками автотранспорта;

– зданием аэровокзала.

Глубина видеоархива должна составлять не менее 30 суток. Запись в зонах повышенной безопасности осуществляется со скоростью – 25 кад/сек, в общих зонах – 12 кад/сек, запись «по тревоге» (от внешних систем) во всех зонах осуществляется со скоростью – 25 кад/сек. Информация от всех видеокамер отображается на мониторах АРМ, созданных в помещениях круглосуточных стационарных постов охраны. Обеспечивается просмотр изображения со всех камер зон ответственности постов в мультиэкранном режиме, а также в полноэкранном режиме с любой камеры по выбору.

**Система охранной сигнализации зданий и сооружений.** Важные объекты аэропорта, эксплуатантов и арендаторов оснащены охранной, пожарной сигнализацией и тревожными кнопками с выводом на централизованный пульт САБ (служба авиационной безопасности).

Система охранной сигнализации построена по многорубежному принципу, смысл которого заключается как можно раннем обнаружении нарушителя целостности объекта защиты.

Первый рубеж охраны, как правило, обеспечивает мониторинг состояния целостности ограждения объекта, с помощью специальных периметральных систем безопасности.

Второй рубеж – возможные места проникновения на объект защиты (окна, двери, чердачные и подвальные помещения). Безопасность второго рубежа в подавляющем числе случаев обеспечивается магнитоконтактными и акустическими извещателями, блокирующими места проникновения на открывание и разрушение.

Третий рубеж – пространство помещений защищаемого объекта. Данный рубеж блокируется оптикоэлектронными и радиоволновыми извещателями, которые реагируют на перемещения объектов в защищаемом пространстве.

Четвертый рубеж представляет собой непосредственные ценности, хранящиеся на объекте защиты. Как правило, такие ценности хранятся в

металлических сейфах или других защищенных местах, которые блокируются пьезоэлектрическими или емкостными охранными извещателями.

**Система контроля и управления доступом.** Используются дверные контроллеры, соединяющиеся последовательно интерфейсом RS-485 в единую сеть, обеспечивающие: контроль доступа лиц в здание, предотвращение доступа посторонних лиц на подконтрольную территорию и во внутренние помещения объекта; контроль за передвижением персонала; разграничения доступа персонала в помещения с ограниченным доступом, протоколирование событий; регистрации времени присутствия персонала на территории; учет рабочего времени.

**Система сбора и обработки информации.** Для создания единой оболочки системы сбора, обработки и отображения информации используется программный пакет, осуществляющий интеграцию всех подсистем комплексной системы безопасности в единую систему, на базе оборудования: сервер видеонаблюдения; сервер автоматической системы пожаротушения, охранной сигнализации и системы контроля и управления доступом; сервер архивации видеоданных; дисковый массив. Установлены АРМ оператора в помещениях круглосуточных стационарных постов охраны.

Система сбора и обработки информации обеспечивает: настройку и мониторинг состояния оборудования одним программным пакетом, и отображения всего оборудования на одном плане; единый интерфейс пользователя; управление оборудованием одной подсистемы по событиям из другой подсистемы; единая база данных архива событий.

## **2.6. Нормативно-организационные аспекты создания системы 112**

В настоящее время одним из наиболее активно развивающихся направлений в области автоматизированных систем, является развитие и внедрение в различных регионах России систем обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру 112.

Система-112 – это система обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» на территории Российской Федерации. Она предназначена для обеспечения оказания экстренной помощи населению при угрозах для жизни и здоровья, для уменьшения материального ущерба при несчастных случаях, авариях, пожарах, нарушениях общественного порядка и при других происшествиях и чрезвычайных ситуациях, а также для информационного обеспечения единых дежурно-диспетчерских служб муниципальных образований.

Внедрение единой Системы-112 имеет ряд несомненных преимуществ, как для населения, так и для органов административной власти. Выделим некоторые из них:

1. Психологические:

– любое обращение фиксируется в системе и не дает возможности оставить его без внимания. Граждане могут быть уверены, что ни одна заявка не останется без реакции со стороны ответственных служб и все действия по разрешению ситуации будут обязательно записаны. Это осознание повышает уверенность людей в собственной безопасности и снижает уровень стресса в нештатной ситуации;

– предусматривается возможность подключения к разговору оператора с абонентом соответствующих специалистов, что позволяет снизить психологическое давление на человека в критической ситуации, добиться более детальной и четкой картины происшествия и разумных действий со стороны позвонившего.

2. Экономические:

– использование Системы-112 подразумевает максимальную автоматизацию работы операторов. При звонке в Систему-112 у оператора, принимающего вызов, происходит автоматическое формирование и частичное заполнение специальной ситуационной карточки. Например, по данным оператора связи в карточке уже

появляется номер телефона, с которого осуществляется вызов и информация по этому номеру (владелец номера, его паспортные и иные данные). Чем меньше работы оператору, тем быстрее пострадавшему придут на помощь и предотвратят или снизят последствия ЧС;

– согласно статистике, до 70 % вызовов, поступающих в экстренные службы, являются ложными или просто справочными. Операторы Системы-112 принимают эту нагрузку на себя, что позволяет снизить количество диспетчеров экстренных служб и минимизирует «бесполезный» трафик на профильные ДДС.

### 3. Административные:

– внедрение Системы-112 предусматривает полное документирование всех этапов обработки вызовов от поступления запроса в систему до внесения в базу данных результатов реагирования. Все этапы обработки сообщений фиксируются в специальных карточках происшествий (ситуационные карточки), ни одно действие в отношении вызова не останется незамеченным. Фиксирование и регламентация действий операторов позволяют строго контролировать ход выполнения реагирования на запрос, что увеличивает количество данных в системе, но дает полную и достоверную картину происшествия и отображает всю последовательность работы с ним. Наличие подобной информации и доступ к ней дает возможность администрации муниципального образования, в случае необходимости, оперативно реагировать на возникшие инциденты и принимать эффективные управленческие решения;

– Система-112 должна стать ещё и важным инструментом контроля над действиями спецслужб, когда каждый этап приема и реагирования на вызовы всегда можно отследить, а соответственно, оценить правильность действий участников и их эффективность.

### 4. Информационные:

– Система-112 должна аккумулировать в себе все потоки информации, идущие от населения к спецслужбам, между операторами 112 и ДДС, а также между различными ДДС. Все вызовы по всем происшествиям ко всем спецслужбам попадают в единое пространство хранения, что существенно упрощает и ускоряет обработку информации по инцидентам. Формирование отчетов по происшествиям сводится к выбору критериев фильтрации или просто к использованию необходимых шаблонов;

– немаловажным преимуществом внедрения Системы-112 становится возможность оценки общей ситуации по безопасности в регионе. На основании различных отчетов по работе Системы-112 и их грамотного анализа можно выявить «слабые» места в региональной системе безопасности и в работе спецслужб, а, соответственно, принять меры по их устранению.

#### 5. Коммуникационные:

– благодаря наличию единого коммуникационного и координационного центра, которым становится Система-112, улучшается взаимодействие различных спецслужб и налаживается конструктивный обмен информацией с целью организации максимально эффективного реагирования;

– полноценный коммуникационный процесс невозможно наладить без обратной связи. Поэтому Система-112 способна не только принимать информацию о происшествиях, но и при необходимости информировать население о ЧС в определенном районе, например, с помощью телефонного обзвона или рассылки SMS-оповещений.

#### 6. Политические:

– создание полноценного аналога европейской системе вызова экстренных служб по единому номеру 112 позволит России сделать ещё

один шаг в сторону интеграции с Европой и поднимет имидж страны в лице её европейских партнеров;

– повышение эффективности реагирования на происшествия и контроль обстановки в регионах будет способствовать улучшению общей ситуации с безопасностью в стране в целом, что позволит России повысить свой статус на международной политической и экономических аренах.

#### 7. Технологические:

– создание комплексного технического решения для построения полноценной Системы-112 потребовало от разработчиков и поставщиков оборудования разработки новых технических решений, соответствующих требованиям, прописанным в нормативных документах. Сам процесс создания проекта Системы-112 уже вносит свой вклад в инновационное развитие инфраструктуры России;

– универсальность системы и доступность её для приема сообщений из любых сетей требует теснейшей совместной работы местных операторов связи и поставщиков оборудования. Внедрение современных телекоммуникационных решений на морально устаревшие сети связи в ряде случаев затруднительно и нецелесообразно. Поэтому развертывание Системы-112 в регионах становится мощным стимулом для модернизации сетей общего пользования и способствует повышению общего технологического уровня развития субъекта РФ.

Основными документами в области создания Системы-112 являются:

Концепция создания системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб через единый номер «112» на базе единых дежурно-диспетчерских служб муниципальных образований (Одобрена распоряжением правительства РФ от 25 августа 2008 г. №1240-р).

Положение о системе обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» (Утверждено постановлением Правительства РФ от 21 ноября 2011 г. № 958).

Федеральная целевая программа «Создание системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» в Российской Федерации на 2013-2017 годы» (Утверждена постановлением Правительства РФ от 16 марта 2013 г. №223).

Методические материалы по созданию системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» в субъекте Российской Федерации (разосланные заместителем министра П.А. Поповым во все главные управления и региональные центры МЧС России 23 мая 2013 г.).

Основным документом, определяющим назначение Системы-112 на данный момент, является Положение о Системе-112, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 21 ноября 2011 г. № 958.

Согласно этому документу, «Система-112 предназначена для информационного обеспечения единых дежурно-диспетчерских служб муниципальных образований».

Этот же документ содержит следующие уточнения по вопросу о назначении Системы-112:

1) «Система-112 является территориально-распределенной автоматизированной информационно-управляющей системой, создаваемой в границах субъекта Российской Федерации»;

2) «Система-112 обеспечивает информационное взаимодействие органов повседневного управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в том числе единых дежурно-диспетчерских служб муниципальных образований, а также дежурно-диспетчерских служб экстренных оперативных служб,

перечень которых определяется Правительством Российской Федерации, в том числе:

- а) службы пожарной охраны;
- б) службы реагирования в чрезвычайных ситуациях;
- в) службы полиции;
- г) службы скорой медицинской помощи;
- д) аварийной службы газовой сети;
- е) службы «Антитеррор»;

3) «Органы исполнительной власти субъекта Российской Федерации, исходя из местных условий, вправе определять организации, которым наряду с дежурно-диспетчерскими службами, указанными в пункте 7 настоящего Положения, необходимо обеспечить информационное взаимодействие с Системой-112».

Основными целями создания Системы-112 в России в соответствии с Распоряжением Правительства РФ от 25 августа 2008 года № 1240-р «О Концепции создания системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб через единый номер «112» на базе единых дежурно-диспетчерских служб муниципальных образований» являются:

– организация комплекса мер безопасности, обеспечивающих ускорение реагирования и улучшение взаимодействия экстренных оперативных и дежурных служб при вызовах (сообщениях о происшествиях) по телефонному номеру «112»;

– организация удобного вызова экстренных оперативных и дежурных служб по принципу «одного окна», позволяющая позвонившему лицу при возникновении происшествия не задумываться о том, какая именно служба ему необходима и какой номер требуется использовать для доступа к ней;

– уменьшение возможного социально-экономического ущерба вследствие происшествий и чрезвычайных ситуаций;

– гармонизация способа вызова экстренных оперативных и дежурных служб с законодательством Европейского союза.

Система-112 обеспечивает автоматизацию следующих основных функций:

– прием и обработку вызовов (сообщений о происшествиях) по единому номеру «112» от населения и систем мониторинга важных объектов;

– передачу в экстренные оперативные службы сообщений о вызовах с возможностью их подключения к разговорам;

– обеспечение оптимального использования сил и средств экстренных оперативных служб при реагировании на вызовы (сообщения о происшествиях);

– обеспечение единого информационного пространства для всех участников Системы-112.

– Мониторинг объектов особой важности и повышенной опасности по линии срабатывания технических средств охранно-пожарной сигнализации.

– Организация удаленного видеомониторинга важных и социально-значимых объектов.

– Поддержка геоинформационных систем.

– Оперативное управление силами и средствами подразделений экстренных оперативных служб и др.

## **ГЛАВА 3. МОНИТОРИНГ ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЙ БЕСПИЛОТНЫМИ ВОЗДУШНЫМИ СУДАМИ**

### **3.1. Порядок использования беспилотных воздушных судов**

Порядок использования воздушного пространства Российской Федерации, в том числе и беспилотными воздушными судами (далее – БВС), установлен Федеральными правилами использования воздушного пространства Российской Федерации, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 11 марта 2010 г. № 138 (ФАП-138).

Полёты БВС отнесены к деятельности по использованию воздушного пространства. Физические или юридические лица, планирующие осуществлять запуски БВС, должны знать и выполнять правила и процедуры, установленные воздушным законодательством Российской Федерации в сфере использования воздушного пространства.

Для выполнения полётов БВС ФАП-138 установлен разрешительный порядок использования воздушного пространства, независимо от класса воздушного пространства, в котором выполняется полёт.

Разрешительный порядок использования воздушного пространства предусматривает направление в оперативные органы (центры) Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации (далее – ЕС ОрВД) представленного плана полёта воздушного судна (БВС), а также получение разрешения центра ЕС ОрВД на использование воздушного пространства.

Использование воздушного пространства БВС осуществляется посредством установления временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений в интересах пользователей воздушного пространства, организующих полёты БВС.

Представления на установление временного и местного режимов подаются пользователями воздушного пространства в соответствии с

Инструкцией по разработке, установлению, введению и снятию временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений, утвержденной приказом Минтранса России от 27 июня 2011 № 171 .

Планирование и координирование использования воздушного пространства в осуществляется центрами ЕС ОрВД в соответствии с федеральными авиационными правилами «Организация планирования использования воздушного пространства Российской Федерации», утвержденными приказом Минтранса России от 16 января 2012 г. №6.

При необходимости использования воздушного пространства БВС над населенным пунктом пользователю воздушного пространства в соответствии с пунктом 49 ФАП-138 дополнительно необходимо получить разрешение органа местного самоуправления такого населенного пункта.

Направление представленного плана полёта воздушного судна (БВС) в центры ЕС ОрВД осуществляется пользователем воздушного пространства в соответствии с Табелем сообщений о движении воздушных судов в Российской Федерации, утвержденным приказом Минтранса России от 24 января 2013 года № 13. Пунктом 9 данного приказа предусмотрена возможность представления планов полётов в центры ЕС ОрВД по телефону (факсу).

Приказами Минтранса России от 9 марта 2016 № 47 «Об установлении зон ограничения» и № 48 «Об установлении запретных зон», в воздушном пространстве Российской Федерации установлены запретные зоны и зоны ограничения полётов.

Согласно пункту 40 ФАП-138, при необходимости использования воздушного пространства запретных зон и зон ограничения полётов, пользователи воздушного пространства обязаны получить разрешение лиц, в интересах которых установлены такие зоны. Почтовые адреса, телефоны, частоты радиосвязи авиационного диапазона лиц, наделенных полномочиями по выдаче таких разрешений опубликованы на официальном сайте

Федерального агентства воздушного транспорта в сети Интернет.

В соответствии с разделом VI «Общие правила выполнения авиационных работ» Федеральных авиационных правил «Подготовка и выполнение полётов в гражданской авиации Российской Федерации», утвержденных приказом Минтранса России от 31 июля 2009 г. № 128, проведение фото- и киносъемки и других способов дистанционного зондирования земли с борта воздушного судна, в том числе и БВС, относится к авиационным работам. Физические (юридические) лица, выполняющие авиационные работы, должны соответствовать сертификационным требованиям, установленным Федеральным авиационным правилам «Требования к проведению обязательной сертификации физических лиц, юридических лиц, выполняющих авиационные работы, порядок проведения сертификации», утвержденным приказом Минтранса России от 23 декабря 2009 г. № 249 .

Физическое или юридическое лицо, планирующее осуществлять запуски БВС, должно знать и выполнять правила и процедуры, установленные воздушным законодательством Российской Федерации в сфере использования воздушного пространства.

За нарушение правил использования воздушного пространства Российской Федерации Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях установлена соответствующая ответственность физических (юридических) лиц.

### **3.2. Обзор современных беспилотных средств и необходимого навесного оборудования, используемого для поиска пострадавших**

В России в области создания комплексов БЛА работает полтора десятка крупных и небольших организаций. Все разработчики идут в направлении создания номенклатуры многофункциональных комплексов,

способных выполнять разнообразные задачи. В итоге потенциальным заказчикам предлагается множество однотипных образцов БЛА, решающих схожие задачи.

В области создания БЛА такого типа активно работает ижевская компания «Беспилотные системы».

БЛА ZALA 421-16E взлетная масса 8-10,5 кг. Продолжительность полета более 4 часов. Радиус предоставления видеоизображения 50 км. БЛА выгодно отличается сверхнадежностью, удобством эксплуатации, низкой акустической, визуальной заметностью и лучшими в своем классе целевыми нагрузками. Не требует специально подготовленной взлетно-посадочной площадки, осуществляет воздушную разведку при различных метеоусловиях в любое время суток.

Транспортировка комплекса с ZALA 421-16E к месту эксплуатации может быть осуществлена одним человеком. Легкость аппарата позволяет (при соответствующей подготовке) производить запуск «с рук», без использования катапульты, что делает его незаменимым при решении задач, требующих скрытого присутствия.

Встроенный модуль сопровождения цели позволяет беспилотному самолету в автоматическом режиме вести наблюдение за статичными и подвижными объектами как на суше, так и на воде. Цена комплекса 2 млн.руб. БЛА, в отличие от конкурирующих моделей в своей весовой категории, обладает возможностью покрывать большие расстояния за один полет. Появление ZALA 421-16 ставит под сомнение актуальность использования БЛА аэродромного базирования и открывает новую эпоху применения беспилотных средств, готовых уже сейчас к сетцентрическим технологиям будущего. По времени полета этот аппарат сравним с ZALA 421-20, но существенным преимуществом от последнего является запуск с катапульты и посадка парашютная, что не требует взлетно-посадочной полосы.

Для проведения наиболее эффективного тепловизионного обследования и упрощения восприятия термоизображений, получаемых с борта БЛА, разработчики ZALA AERO GROUP создали специальный режим работы тепловизора - Изотерму.

Данный режим представляет собой работу ИК-камеры, при котором во время съемки объекта желаемый интервал температур выделяется заданным цветом, отличающимся от остальных температур в поле кадра. То есть, оператор БЛА задает необходимое значение температуры, а Изотерма на изображении закрашивает выбранным цветом участки перегрева. Это позволит своевременно определить самый горячий участок на исследуемой территории, локализовать его и впоследствии определить причину неисправности.

Таким образом, Изотерма значительно упрощает восприятие термоизображений и позволяет наиболее удобно и безопасно выявлять и концентрировать внимание наземных групп на проблемных участках.

Представим себе поиск пострадавшего в лесном массиве с помощью видеокамеры, при этом по оценкам специалистов с высоты 25-30 метров человек не различим. Добавим ко всему большую площадь поиска и скорость БВС, в этом случае целесообразно использовать тепловизор. В этом случае необходимо:

1. Использовать программное обеспечение с возможностью задания параметров температур. Известно, что температура здорового человека 36.6, но это подмышечная зона, зона головы равна 33 градусам и это крайне необходимо знать, потому как температура тела взрослого бурого медведя составляет выше 39 градусов, у волка нормальная температура - 41 градус Цельсия. Что дает нам разрыв в температурах от 6 до 8 градусов Цельсия и поможет на начальном этапе не отвлекать поисковые группы по ложные цели;

2. Использовать интегрированную видеокамеру для уточнения

полученной с тепловизора информации.

3. Целесообразно использование Z-160 «Тревога-1», масса до 1 кг, громкость звука 60 Дб, диапазон рабочих температур -30°C...+40°C. «Тревога-1» – собственная разработка группы компаний ZALA AERO, испытания которой проводились совместно с представителями МЧС по Удмуртской Республике.

Система оповещения представляет собой модуль, устанавливаемый на любой тип БЛА ZALA, воспроизводящий заранее записанные голосовые сообщения.

Известно, что БВС ZALA 421-16E имеет видеосвязь на расстоянии 50 км, при этом скорость аппарата составляет 65-110 км/ч, а это значит, что при попутном ветре мы потеряем видео изображение в реальном времени через 30-45 минут в зависимости от скорости ветра и не сможем оперативно реагировать на полученную информацию, так как пакеты данных мы получим при возврате БВС в зону связи через примерно 2 часа. В связи с этим рекомендуется использовать систему Z-160 «Тревога-1», для передачи информации потерпевшим о их дальнейших действиях. Например, передаем записанное голосовое сообщение следующего содержания «Внимание, если Вы потерялись и Вам необходима помощь разведите два костра на расстоянии 10 шагов друг от друга и ждите помощи на этом месте». При повторном пролете это место будет легко обнаружить.

В настоящее время все большую популярность приобретают горные виды спорта, непосредственно связанные с риском для жизни и здоровья. В среднем, ежегодно от схода лавин погибает около 350 человек, из них около 20 человек приходится на Россию. Статистика схода лавин показывает, что в первой половине 20 века снежные катастрофы чаще настигали своих жертв на автотрассах и в домах. Сегодня большинство погибших от схода лавины – туристы и спортсмены, находящиеся в горах.

Согласно открытым источникам известно, что в первые 18 минут

пребывания под снегом выживает 91% всех полностью засыпанных. Причиной почти всех без исключения смертельных случаев в этой фазе являются травмы. В интервале времени 19-35 мин. погибают от удушья, связанного с отсутствием воздушной дыхательной полости у лица. По истечении указанного времени вероятность остаться в живых составляет около 34%. Из этого следует, что главным критерием эффективности спасательных работ является время, которое в свою очередь складывается из времени обнаружения пострадавшего, прибытия к этому месту спасателей и проведения спасательных работ.

Существует ряд способов поиска человека, попавшего под лавину:

1) использование лавинных шнуров. Лавинный шнур представляет собой яркую ленту, жестко закрепленную к человеку. При попадании под лавину есть вероятность, что легкие предметы, в том числе и конец ленты, вынесет на поверхность снега. Недостаток применения заключается в том, что в стрессовой ситуации не всегда успевает выбросить

2) применение лавинных щупов – гибких металлических прутков длиной до 3 метров. Тактика поиска пострадавших заключается в «прощупывании» снега. При работе с этим инструментом нужен определенный навык, который позволяет понять, что именно находится под снегом (камень, почва, человек, брошенный рюкзак и т.д.). Недостатки данного способа заключаются в больших временных затратах и необходимости задействования большого количества спасателей;

3) привлечение поисковых собак. Поисковые собаки специально обучены для обнаружения под снегом пострадавших по запаху. К сожалению, собаки способны найти человека, находящегося под снегом на глубине лишь 2-3 метров;

4) использование технических средств поиска, основанных на различных физических принципах: измерение температуры, эхолокация, радиопеленгация и др.

Последняя группа способов поиска человека представляет наибольший интерес в виду постоянного развития современных технологий.

Наибольшей популярностью на горнолыжных курортах пользуются лавинные датчики, так называемые «биперы». Эти устройства имеют два режима работы: режим приема сигналов, который предназначен для поиска других лавинных датчиков, и режим передачи сигнала, необходимого для его обнаружения.

Лавинный датчик одевается на тело под верхнюю одежду и переводится в режим передачи сигнала. Поисковая группа, используя такие же лавинные датчики в режиме приема, определяет точное место нахождения пострадавшего по сигналу его передатчика.

К достоинствам лавинных датчиков следует отнести:

- возможность обнаружения сигнала лавинного датчика пострадавшего, даже при отсутствии прямой зоны видимости;
- большой радиус обнаружения датчика (40-60 метров).

Данная технология поиска пострадавших также не лишена недостатков, среди которых отдельно стоит выделить:

- низкая помехоустойчивость, заключающаяся в значительном влиянии на работу «биперов» мобильных телефонов, раций, навигаторов, камер и других устройств.
- ограничения, связанные с зависимостью от источника электропитания.
- необходимость владения определенными навыками работы с прибором.

В США, странах Европы, Японии и ряде других стран пользуется популярностью система спасения в лавинах RECCO. Принцип работы системы заключается в отражении специальным рефлектором, вшитым в одежду пострадавшего, радиоволн, посылаемых приемо-передатчиком спасателя. Поиск пострадавших может осуществляться с использованием

спасательного вертолета, тем самым проверяя большую площадь, так и вручную спасателем, позволяя более точно обнаружить место нахождения человека под снегом.

К достоинствам данной системы спасения следует отнести:

- малые габаритные размеры и вес оборудования;
- высокая точность поиска;
- существенное сокращение времени поиска пострадавшего.

Недостатками системы являются:

- обязательное наличие одежды со вшитым рефлексом;
- высокая стоимость оборудования;
- обнаружение пострадавшего возможно лишь в прямой зоне видимости.

Необходимо отметить, что система спасения RECCO является лишь дополнением к лавинным датчикам, и не заменяет их, так как является компонентом более точного поиска пострадавших.

В настоящее время перспективным направлением является применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с техническими средствами обнаружения пострадавших на борту. Так, например, в 2015 году в Альпах был испытан первый экспериментальный БПЛА, предназначенный для поиска людей, попавших под лавину, оснащенный приемо-передатчиком RECCO.

23 января 2017 года на территории Камчатки впервые в России применили БПЛА с тепловизором на борту для поиска людей, попавших под лавину.

Подводя промежуточный итог вышеизложенному, можно сделать заключение о том, что оптимальный вариант поиска пострадавших, с точки зрения минимизации времени с максимальной точностью нахождения должен включать следующее:

1. предварительный (грубый) поиск;

2. уточнение координат;
3. отправление координат нахождения пострадавших ближайшему спасательному отряду;
4. извлечение пострадавшего.

Реализация первой составляющей заявленного алгоритма достигается за счет использования симбиоза БПЛА с системой спасения RECCO.

### **3.3. Математические модели и численные алгоритмы поддержки принятия управленческих решений оператором АПК «Безопасный город»**

В повседневной деятельности аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» зачастую возникают ситуации, при которых в ситуационный центр поступает несколько тревожных сигналов с объектов защиты одновременно или с коротким интервалом времени. При этом ответственное лицо, принимающее решения, обязан максимально быстро и рационально определить, какие силы и средства, а также в каком количестве будут задействованы для ликвидации чрезвычайной ситуации на одном из объектов, инициировавших тревожные сигналы.

Оценка вероятности своевременного реагирования на нештатную ситуацию требующую вмешательства оператора АПК «Безопасный город» и оценка обобщенного риска возникновения потенциального ущерба решаются известными методами теории вероятности и теории рисков, поэтому реализовывать процесс нахождения этих параметров в виде отдельных моделей нецелесообразно.

Таким образом, получить всю необходимую для принятия оптимального решения оператором можно с помощью следующей системы моделей:

- 1) модель оценки вероятностно-временных характеристик влияния первичных и вторичных опасных факторов ЧС на объект;

- 2) модель оптимизации вероятностно-временных характеристик прибытия сил и средств для локализации и ликвидации ЧС на объекте;
- 3) модель оценки потенциальной опасности объекта;
- 4) модель оптимизации распределения сил и средств для ликвидации и локализации ЧС на объекте.

Данные модели являются основой для разработки системы поддержки принятия управленческих решений, однако для определения структуры этой системы, для определения внутренних связей между моделями необходимо провести более глубокое исследование.

Состояния любой системы в определенный момент времени описываются множеством ее существенных свойств в этот момент времени. Исходная информация поступает из внешней среды от технических средств мониторинга и отображается на АРМ оператора, откуда далее передается в систему поддержки принятия управленческих решений. Представим данную информацию в виде входных параметров  $X = (x_1, \dots, x_n)$ , которые, по сути, отражают состояние внешней среды.

Внутреннее состояние системы поддержки принятия решений описывается значениями ее внутренних параметров:  $Q = (q_1, \dots, q_k)$ , отражающих информацию о времени влияния опасных факторов на объект защиты после получения сигнала тревоги, времени прибытия сил и средств к объектам защиты, вероятности своевременного прибытия сил и средств к объектам защиты, важности объектов защиты, величине обобщенного риска возникновения потенциального ущерба и зависит от состояния входов  $X$  и начального состояния  $Q_0$ :

$$Q = F_1(X, Q_0).$$

Однако информация о внутреннем состоянии системы для оператора недоступна, и судить о ней можно только по состоянию выходов  $Y = (y_1, \dots, y_m)$  благодаря зависимости  $Y = F_2(Q)$ .

Схематически систему поддержки принятия решений можно представить в виде «черного ящика» (рисунок 3.1).

Следуя системному подходу, рассмотрим функционирование системы обеспечения штатного функционирования объектов как многоуровневую систему иерархий. Выделим в ней 3 уровня: микро-, мезо- и макроуровень (рисунок 3.2). На микроуровне описывается функционирование элементов системы, на мезоуровне – взаимодействие этих элементов и на макроуровне – функционирование системы в целом.

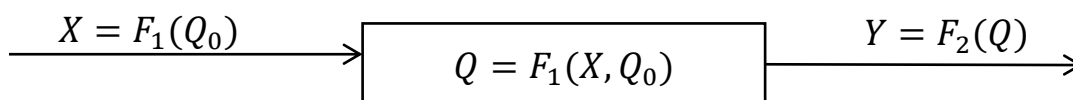


Рис. 3.1. Представление системы поддержки принятия управленческих решений в виде «черного ящика»

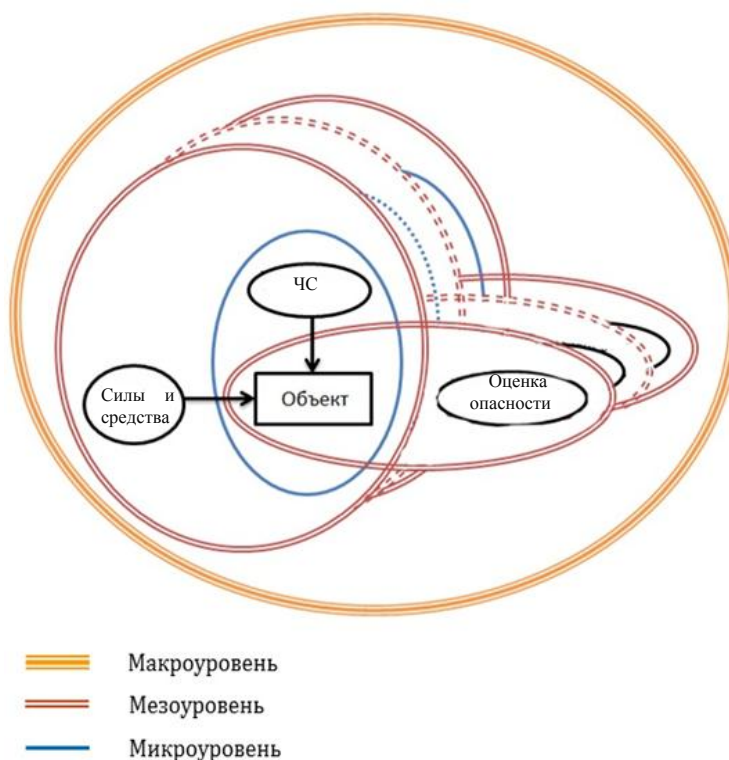


Рис. 3.2. Представление функционирования системы поддержки принятия решений в виде трехуровневой системы

Рассмотрим каждый уровень иерархии более подробно. Как было отмечено выше, на микроуровне системы обеспечения штатного функционирования объекта должно описываться функционирование всех выделенных элементов, к

которым относятся силы и средства необходимые для ликвидации и локализации опасных факторов ЧС.

Другими словами, на микроуровне решаются следующие задачи: мониторинг состояния параметров окружающей среды; расчет времени, необходимого для прибытия сил и средств на объект. Следовательно, на микроуровне должна быть модель оценки вероятностно-временных характеристик влияния первичных и вторичных опасных факторов ЧС на объект.

На мезоуровне должны быть описаны взаимодействия элементов данной системы. На основании полученной на микроуровне информации система должна рассчитать вероятностные оценки своевременности прибытия сил и средств к объектам защиты. Также на этом уровне должна быть проведена оценка опасности объекта в зависимости от параметров микроуровня. Таким образом, на мезоуровне должны быть реализованы модель оптимизации вероятностно-временных характеристик прибытия сил и средств для локализации и ликвидации ЧС на объекте.

На макроуровне должно быть описано функционирование системы как единого целого. Здесь должны быть получены оценки обобщенного риска возникновения потенциального ущерба от действий различных поражающих факторов ЧС на основании результатов моделирования, полученных на микро- и мезоуровне, и выполнено распределение сил и средств по объектам защиты. Следовательно, на макроуровне должна быть реализована модель оптимального распределения сил и средств по объектам защиты.

Так как система поддержки принятия управленческих решений моделирует весь процесс функционирования системы обеспечения штатного функционирования объектов защиты, следует вывод, что на основании описания уровней иерархии можно разработать структурную схему поддержки принятия управленческих решений оператором АПК «Безопасный город», которая изображена на рисунке 3.3.

Таким образом, на основании проведенного анализа процесса функционирования системы обеспечения безопасности объектов защиты обоснован состав элементов системы поддержки принятия управленческих решений, а также описана ее внутренняя структура.

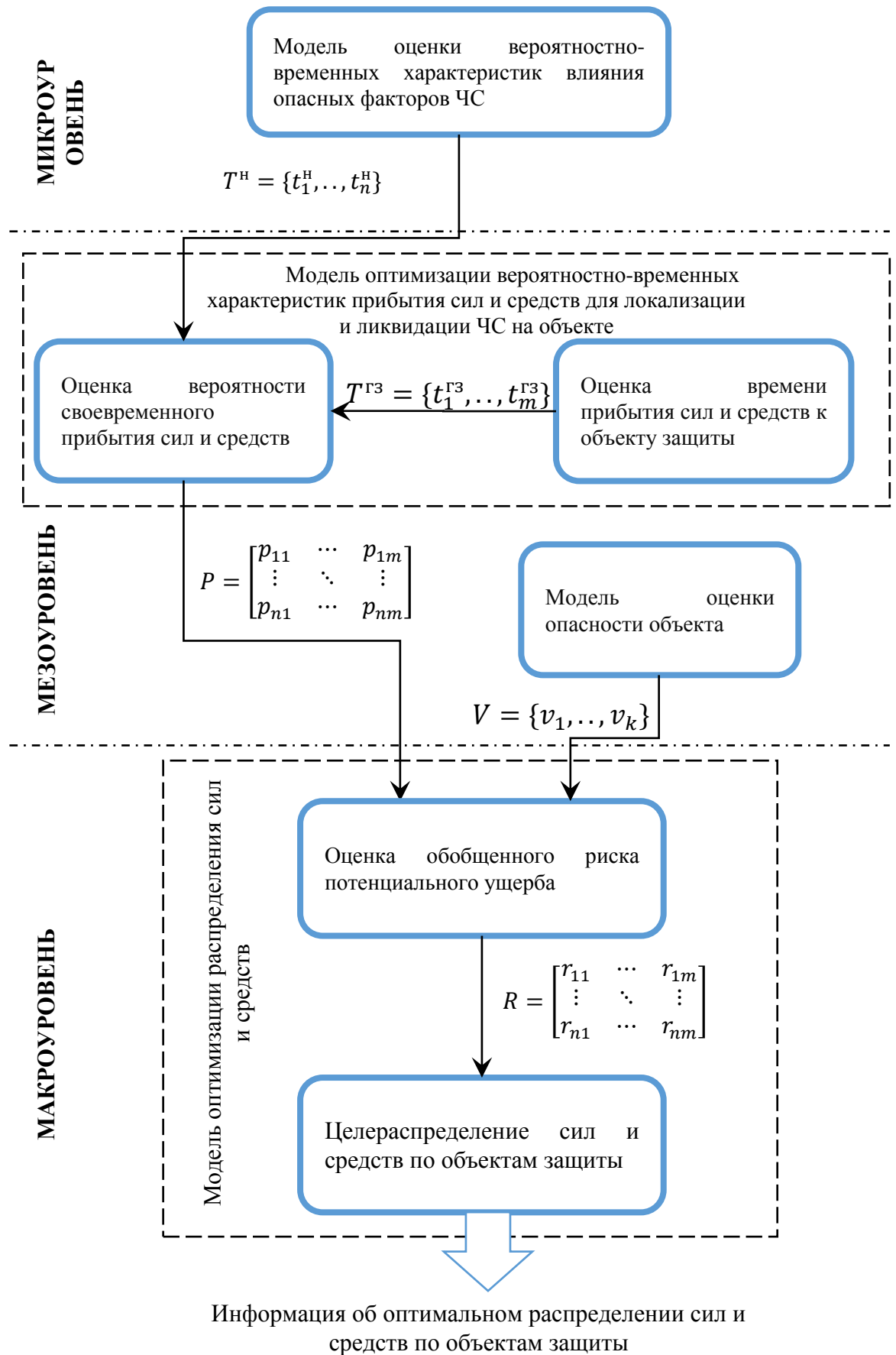


Рис. 3.3. Схема системы оптимизации поддержки принятия решений

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существующая к настоящему времени система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций в целом успешно решает задачи организации и проведения работ по заблаговременному выявлению и прогнозированию чрезвычайных ситуаций и их источников с учетом возможностей их возникновения, определения возможного характера чрезвычайных ситуаций и масштаба их развития, а также подготовки на этой основе предложений по их предупреждению, локализации, ликвидации и смягчению негативных последствий применительно к чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера. При этом работа по совершенствованию системы должна быть нацелена на повышение достоверности и оперативности прогнозирования всего спектра возможных угроз. Главные усилия должны быть направлены на создание эффективных информационно-аналитических систем наблюдения за предвестниками стихийных бедствий, контроля состояния критически важных и потенциально опасных объектов.

В связи с этим особое внимание необходимо уделить формированию: автономных систем мониторинга за возникновением и развитием опасных природных явлений и процессов, обеспечивающих своевременное предупреждение о возникновении таких природных чрезвычайных ситуаций, источниками которых являются наводнения, лесные пожары, ураганы, цунами, землетрясений; локальных систем наблюдения за состоянием критически важных и потенциально опасных объектов, обеспечивающих мониторинг технологических процессов, инженерных систем, дестабилизирующих факторов на этих объектах, включая возможные террористические проявления.

Наиболее значимой и крайне необходимой задачей прогнозирования ЧС является оценка рисков возникновения различных по характеру крупномасштабных источников чрезвычайных ситуаций (опасных природных явлений, техногенных аварий, экологических бедствий, эпидемий, эпизоотий и т.п.).

Теоретической основой стратегического прогнозирования основных угроз и опасностей является методология анализа и управления риском.

Прогнозирование риска чрезвычайных ситуаций на долгосрочную перспективу осуществляется в два этапа.

Задача первого этапа – анализ риска, включающий идентификацию опасностей, оценку воздействия и их последствий, характеристику риска и сравнение его с другими рисками с целью определения возможных вариантов преодоления чрезвычайных ситуаций и выработки приоритетных направлений снижения риска.

Задача второго этапа – управление риском (разработка программ (планов) действий по снижению и контролю риска, оценка их эффективности и выработка рекомендаций по дальнейшему снижению риска).

В зависимости от характера основных угроз и опасностей применяются разные методологические схемы, описывающие взаимодействие между процедурами оценки, анализа и управления риском. При подготовке прогнозов рассматриваются все возможные источники (факторы риска) чрезвычайных ситуаций, которые характерны для конкретной территории.

Важно отметить особенности информационного обеспечения мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Общие требования к информационному обеспечению сводятся к следующему:

- обеспечение непрерывного и надежного сбора фактической информации от средств наблюдения и лабораторного контроля об источниках чрезвычайных ситуаций, о состоянии окружающей среды, о возможном возникновении чрезвычайных ситуаций, их масштабах и последствиях;

- своевременный и качественный анализ информации от средств и систем мониторинга опасностей различного вида в интересах обоснованного прогноза возникновения чрезвычайных ситуаций; предоставление информации о результатах мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций в виде, удобном для целей практического использования в интересах предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций; возможность автоматизации необходимых вычислительных и других технологических процессов сбора, представления и прогнозирования ЧС различного вида.

К числу специальных требований к информационному обеспечению мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций могут быть отнесены следующие:

- при обработке информации должна быть обеспечена возможность формализации сроков и формы представления данных в области мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, например, в виде таблицы срочных донесений, различных оперативных и учетных форм и т.д.;

- возможность представления информации в области мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций в общепринятых видах предоставления информации – банки и базы данных и т.д., позволяющая обеспечивать быстрый доступ к информации со стороны обрабатывающих программ и потребителей; возможность организации и использования информации в виде, обеспечивающим доступ к ней большого числа пользователей и распределения времени пользования между ними;

- возможность применения различных программных средств для обработки информации с учетом специфики пользователей, учитывающей, в частности, специфику региональных и территориальных центров мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, специфику задач и т.п.;

- возможность обеспечения интерактивного использования информации для решения различного ряда задач; возможность отображения информации в удобной для пользователей форме с помощью разнообразных ожидаемых форм представления информации в области мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций – таблицы, графики, карты и т.п.

Также в методических рекомендациях рассмотрены состав и структура математических моделей поддержки принятия решений ответственного лица, принимающего решения, ситуационного центра аппаратно-программного комплекса «Безопасный город». Данный комплекс моделей позволит существенно повысить эффективность принимаемых решений в условиях частичной неопределённости условий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Нормативно-правовые акты:*

1. Конституция Российской Федерации от 12 декабря 1993 г. (принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г.) [Электронный ресурс].
2. О полиции: Федеральный закон от 7 февраля 2011 г. № 3-ФЗ [Электронный ресурс].
3. О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса: Федеральный закон от 21 июля 2011 г. № 256-ФЗ [Электронный ресурс].
4. О войсках национальной гвардии Российской Федерации: федер. закон от 3 июля 2016 г. № 226-ФЗ // [Электронный ресурс].

### *Основная:*

5. Алефельд Г. Введение в интервальные вычисления / Г. Алефельд, Ю. Херцбергер. – М.: Мир, 1987. – 360 с.
6. Акимов В.А. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: Учебное пособие / В.А. Акимов, Ю.Л. Воробьев, М.И. Фалеев и др. Издание 2–е, переработанное — М.: Высшая школа, 2017. – 592 с.
7. Безопасность жизнедеятельности: Учебник / Под ред. Э.А. Арустамова.- М.: Издат. дом Дашков и К, 2017. – 678 с.
8. Белоусов А.И. Дискретная математика: Учеб. для вузов/А.И. Белоусов, С.Б. Ткачев /Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – 4-е изд., исправл. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 744 с.
9. Борисов А.Н. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, Г.В. Меркурьева, Н.Н. Слядзь, В.И. Глушков. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
10. Владимиров В.А., Турко С.А. Основные положения проекта Концепции создания Российской системы гражданской защиты // Информационный сборник ЦСИ ГЗ. № 42.

11. Гвардейцев М.И. Специальное математическое обеспечение управления / М.И. Гвардейцев, В.П. Морозов, В.Я. Розенберг / Под общ. ред. М.И. Гвардейцева. – М.: Советское радио, 1978. – 512 с.
12. Горбатов В.А. Фундаментальные основы дискретной математики. Информационная математика / В.А. Горбатов. – М.: Наука, 2000. – 544 с.
13. Горяинов В.Б. Математическая статистика: Учеб. для вузов/ В.Б. Горяинов, И.В. Павлов, Г.М. Цветкова и др. Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – 3-е изд., исправл. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 424 с.
14. Акимов В.А., Сосунов И.В. и др. Стандартизация в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций. В 2-х томах. Том 1М.: ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2017. — 468 с.
15. Гражданская защита: энциклопедический словарь. 3-е изд., перераб. и доп. / под общ. ред. В.А. Пучкова; МЧС России. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. – 664 с.
16. Гражданская защита: энциклопедия в 4-х томах. Т. I (А–И). 3-е изд., перераб. и доп. / под общ. ред. В.А. Пучкова; МЧС России. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. – 665 с.
17. Гражданская защита: энциклопедия в 4-х томах. Т. II (К–О). 3-е изд., перераб. и доп. / под общ. ред. В.А. Пучкова; МЧС России. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. – 624 с.
18. Гражданская защита: энциклопедия в 4-х томах. Т. III (П–С). 3-е изд., перераб. и доп. / под общ. ред. В.А. Пучкова; МЧС России. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. – 658 с.
19. Гражданская защита: энциклопедия в 4-х томах. Т. IV (Т–Я). 3-е изд., перераб. и доп. / под общ. ред. В.А. Пучкова; МЧС России. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. – 664 с.
20. Башкин В.Н. Экологические риски: расчет, управление, страхование: Учебное пособие / В.Н. Башкин. – М.: Высшая школа, 2017. – 360 с.

21. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях (Основы гражданской обороны): учеб.-метод. пособие для студентов химико-технологических специальностей / В.В. Перетрухин [и др.]. – Минск: БГТУ, 2012. – 118 с.
22. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций / В.А. Зокоев, Ю.В. Федотов, С.И. Шепелюк, А.В. Кондрашин; под общ. ред. В.С. Артамонова. – СПб.: СПб ун-т ГПС МЧС России, 2012. – 210 с.
23. Акимов В.А., Сосунов И.В. и др. Стандартизация в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций. В 2-х томах. Том 1М.: ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2017. — 468 с.
24. Исаев В.С., Макиев Ю.Д., Малышев В.П., Таранов А.А., Камзолкин В.Л. Методика оценки эффективности мероприятий по повышению устойчивости функционирования критически важных объектов и объектов жизнеобеспечения в условиях угроз террористического характера. Сборник ЦСИ ГЗ МЧС России № 42, 2010.
25. Качанов С.А., Нехорошев С.Н., Попов А.П. Информационные технологии поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях: Автоматизированная информационно-управляющая система Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: вчера, сегодня, завтра. – М.: Деловой экспресс, 2011. – 400 с.
26. Коршунов Ю.М. Математические основы кибернетики / Ю.М. Коршунов. – М.: Энергия, 1980. – 424 с.
27. Крамер Г. Математические методы статистики: пер. с англ. – М.: Мир, 1975.
28. Кремер Н.Ш. Математическая статистика. – М.: Экономическое образование, 1992.
29. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. – 551 с.
30. Справочник руководителя гражданской обороны / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. Тамбов: ООО «ТПС», 2016. 192 с.

31. Мaстрюков Б.С. Опасные ситуации техногенного характера и защита от них. Учебник для вузов / Б.С. Мaстрюков. – М.: Академия, 2017. – 320 с.

32. Меньших А.В. Логико-арифметические методы выбора управленческих решений в государственной противопожарной службе / А.В. Меньших, С.Н. Тростянский // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России, 2014, № 2(11)

33. Меньших А.В. Логико-арифметические методы оценки управленческих решений в условиях недостоверности и неполноты информации / А.В. Меньших, С.Н. Тростянский // Системы управления и информационные технологии, 2013, №, с. 39-42.

34. Меньших А.В. Модель и численный метод оптимизации выбора мер безопасности / А.В. Меньших, С.Н. Тростянский // Вестник Воронежского института МВД России, 2013, № 4, с. 208-214.

35. Меньших А.В. Оптимизация выбора статистических данных, используемых для принятия управленческих решений в государственной противопожарной службе / А.В. Меньших // Вестник Воронежского института МВД России, 2014, № 4, с. 234-243.

36. Меньших В.В. Обоснование состава и структуры моделей поддержки принятия решений в укрупнённом пункте централизованной охраны с использованием системного подхода / В.В. Меньших, Д.Ю. Калков // Вестник Воронежского института МВД России. 2015. № 2. – с. 142-148.

37. Основы организации защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени: учебное пособие / Под ред. А.В. Матвеева. – СПб.: Питер, 2017. – 312 с.

38. Петров С.В. Опасные ситуации техногенного характера и защита от них/ С.В. Петров, В.А. Макашев. –М.: ЭНАС, 2016. – 224 с.

39. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс]: учебник МЧС России. Режим доступа: [www.obzh.ru/pre/5-1.html](http://www.obzh.ru/pre/5-1.html).

40. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) / С.В. Белов. - М.: Юрайт, 2016. - 688 с.

41. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Учебное пособие. Книга 4. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2016. - 208 с.

42. Справочное пособие по организации выполнения мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и проведению аварийно-спасательных работ силами и средствами органов государственной власти, органов местного самоуправления в мирное и военное время / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. 528 с.

43. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях / Я.Д. Вишняков и др. - М.: Academia, 2017. - 304 с.

44. Концептуальные Основы Государственной Стратегии Снижения Рисков И Смягчения Последствий Чрезвычайных Ситуаций / Харченко Сергей Григорьевич; А. А. Прохожев и др. - Москва: СПб. [и др.] : Питер, 2017. - 461 с.

45. Оноприенко М. Г. Безопасность жизнедеятельности. Защита территорий и объектов экономики в чрезвычайных ситуациях. Учебное пособие / М.Г. Оноприенко. - М.: Дрофа, 2017. - 400 с.

46. Юсупова Н. И. Интеллектуальная информационная поддержка принятия решений при анализе рисков чрезвычайных ситуаций и управлении ими / Н.И. Юсупова, К.Р. Еникеева. - М.: Машиностроение, 2017. - 208 с.

47. Организация комплексных систем оповещения с целью повышения эффективности безопасности объектов [Электронный ресурс] : методические рекомендации / С.А. Гречаный [и др.] – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2019. – 97 с. – URL: <https://library.vimvd.ru/MegaPro/Download/Resource/3112>.

48. Системы охранного мониторинга [Электронный ресурс] : методические рекомендации / С.А. Гречаный [и др.] – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2019. – 81 с. – URL: <https://library.vimvd.ru/MegaPro/Download/Resource/3115>.

49. К вопросу проектирования систем охранных телевизионных с учетом обеспечения их собственной безопасности Калков Д.Ю., Гудков М.А.

Общественная безопасность, законность и правопорядок в III тысячелетии. 2019. № 5-2. С. 264-267.

50. Риск-ориентированный подход к функционированию аппаратно-программного комплекса "Безопасный город". Бокадаров С.А., Калков Д.Ю., Гудков М.А. В сборнике: Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы Сборник материалов Международной научно-практической конференции. 2018. С. 113-114.

51. О перспективах использования систем видеонаблюдения в целях обеспечения пожарной безопасности. Бокадаров С.А., Калков Д.Ю., Гудков М.А. Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. Т. 1. С. 85-88.

*Дополнительная:*

52. Бухарин С.В. Методы нейронных сетей в экспертизе технических средств охраны: монография / С.В. Бухарин, С.А. Мальцев, А.В. Мельников. — Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2016. — 177 с.

53. Антитеррористическая защищенность объектов с массовым пребыванием людей [Текст] : учебное пособие : доп. МВД РФ / Музафаров Ф. Ф. и др. ; МВД РФ Департамент гос. службы и кадров . - М. : ДГСК МВД России, 2013. - 88 с.