

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Тольяттинский государственный университет»

МАШИНОСТРОЕНИЯ

(институт)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»
20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Мониторинг технических систем с позиций пожарной безопасности и
надёжности промышленных объектов

Студент(ка)

И.Р. Асадуллин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

Т.В. Семистенова

руководитель

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультант

Т.А. Варенцова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы к.т.н., доцент М.И. Фесина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« ____ » _____ 2017 г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н.Горина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Тольятти 2017

СОДЕРЖАНИЕ

	стр
ВВЕДЕНИЕ	3
1 Разработка концепции мониторинга состояния технических систем	7
2 Техническое состояние инженерных сооружений с позиций мониторинга	31
2.1 Оценка безопасности строительных конструкций промышленного здания	37
2.2 Оценка надёжности эвакуации людей из промышленного здания	40
2.3 Оценка эффективности имеющейся системы противопожарной защиты на объекте Новокуйбышевский НПЗ	46
3 Обоснование и определение вида и мест установки приборов мониторинга на производственной установке Новокуйбышевского НПЗ	51
3.1 Определение нормативов измерения величин, контролируемых при мониторинге	68
3.2 Внедрение на Новокуйбышевском НПЗ программно – аппаратного комплекса «Стрелец - Мониторинг»	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	90
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	92
ПРИЛОЖЕНИЯ	98

ВВЕДЕНИЕ

Современные реалии нашего времени, небрежное обращение с огнём приводит к увеличению количества пожаров и к ежегодной гибели ста тысяч человек в нашей стране. Ущерб от чрезвычайных ситуаций составляет более ста миллиардов рублей в год.

При обеспечении пожарной безопасности любых объектов необходимо учитывать их конструктивные особенности, потому что незнакомая планировка является дополнительной опасностью для людей. Поэтому необходимо очень тщательно прорабатывать и рассматривать требования к системе обеспечения пожарной безопасности.

Современные тенденции развития строительства направлены на обеспечение надежности и безопасности инженерных сооружений. Согласно последним правительственным документам, касающимся строительной отрасли, приоритетным направлением является научное сопровождение инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации строительных объектов с позиций надёжности, пожарной безопасности и экологической чистоты. В связи с этим актуальность данной работы не вызывает сомнения.

Проводимые исследования сводились к оценке технического состояния конструкций промышленного здания, отчего напрямую зависит их надежность и безопасность.

Анализ существующих проблем в обозначенной области позволил сформулировать цель работы.

Целью диссертационного исследования является разработка системы мониторинга строительных конструкций для обеспечения безопасности и надёжности исследуемого объекта.

Для достижения поставленной цели был выделен ряд задач включающих:

- подробное изучение технического состояния строительных конструкций одной из установок Новокуйбышевского нефтеперерабатывающего завода;
- разработку системы мониторинга для обеспечения безопасности и надёжности сооружений НПЗ;

- обоснование повышения эффективности системы противопожарной защиты, путем разработки и внедрения на НПЗ программно – аппаратного комплекса «Стрелец - Мониторинг»;

- оценку эффективности действующей системы противопожарной защиты установленной на исследуемом объекте, включающей разработку практических рекомендаций по измерению динамических деформаций объекта – производственной установки переработки нефти.

Объектом исследования является техническая система (производственная установка переработки нефти НПЗ) с позиций пожарной безопасности и надёжности.

Теоретическую базу исследования составляют концепция мониторинга и надёжности с позиций пожарной безопасности, рассмотренная в трудах таких российских и зарубежных авторов, как В.А.Акимова, И.А. Болодьяна, Н.И. Брушинского, Т.В. Дормидонтовой, E.Ronchi, а также основополагающие принципы исследования надёжности и мониторинга, изложенные в работах В.М. Ройтмана, В.В. Требнёва.

Основой методологии исследования являются отдельные элементы системного подхода, способствующие выработке эффективной стратегии исследования изучаемого объекта с позиций пожарной безопасности.

Научная новизна исследования заключается в постановке и решении приоритетных задач комплексной оценки технического состояния строительных конструкций, с учётом их дальнейшей нормальной эксплуатации с позиции надёжности и безопасности функционирования, что позволило расширить представления о специфике функционирования данного элемента в структуре Самарской губернии.

В ходе исследования получены следующие теоретико-методологические, методические и практические результаты, обладающие признаками научной новизны.

Обоснован научный подход к комплексному применению методов и средств контроля мониторинга технических систем.

Разработаны теоретические основы и практические методы повышения пожарной безопасности на базе нового методологического подхода мониторинга с использованием теории надёжности.

Выявлены закономерности и принципы, условия и факторы, оказывающие определяющее влияние на повышение эффективности системы противопожарной защиты, путем разработки и внедрения на Новокуйбышевском НПЗ программно – аппаратного комплекса «Стрелец - Мониторинг».

Проведен детальный анализ и заключительная оценка технического состояния строительных конструкций одной из установок НПЗ в г. Новокуйбышевск.

Разработаны рекомендации по измерению деформаций объекта с позиций мониторинга, рекомендуемые к внедрению на НПЗ.

Произведена заключительная оценка эффективности функционирования действующей системы противопожарной защиты на исследуемом объекте.

На защиту выносится усовершенствованное направление решение проблемы повышения пожарной безопасности, которое основано на использовании системы мониторинга динамического поведения несущих строительных конструкций базового объекта исследования.

Все полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований основываются на методах теории вероятности и математической статистики, и результатах проведённых экспериментов.

Апробация работы состоялась на:

1. XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием) г. Пермь, 14–15 ноября 2015 г.

2. Международная НТК “Пути улучшения качества автомобильных дорог”, Самара, 16 декабря 2015 г. (сертификат участника – приложение Б)

3. Всероссийский дистанционный конкур с Международным участием «Лучший реферат» 11 - 20 декабря 2015г., г. Тула (сертификат участника – приложение Б). *Диплом I степени.*

4. Сертификат о публикации в сборнике научных статей «Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты», 6.11.2016, г. Пермь.

По теме магистерской диссертации имеются публикации:

1. Асадуллин И.Р., Дормидонтова Т.В. Влияние аспектов эксплуатации на надежность и экологическую безопасность инженерных сооружений. Экология и научно-технический прогресс, урбанистика: Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием), - Пермь, 2015.

2. Асадуллин И.Р., Дормидонтова Т.В. Надёжность строительных конструкций инженерных сооружений. Пути улучшения качества автомобильных дорог: Сб. науч.статей международной НТК, электронный сборник, - Самара, 2015.

3. Асадуллин И.Р., Дормидонтова Т.В. Анализ надёжности и техногенного риска технической системы. Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты. – Перми, 2016, №9.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованной литературы. Основная часть исследования изложена на 91 странице, текст иллюстрирован 23 таблицами, 37 рисунками.

1 Разработка концепции мониторинга состояния технических систем

С 2015 года нормативными документами регламентирующими мониторинг состояния технических систем являются, рисунок 1.1.

Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 02.05.2015) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»

Распоряжение Правительства РФ от 03.12.2014 № 2446-р «Об утверждении Концепции построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город»

Методические рекомендации по построению (развитию), внедрению и эксплуатации АПК Безопасный город (с изменениями от 29.07.15)

Технический регламент Таможенного союза «О безопасности продукции, предназначенной для защиты населения при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера»

СП 165.1325800.2014. Свод правил. «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне. Актуализированная редакция СНиП 2.01.51-90» (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 12.11.2014 № 705/пр с 01.12.2014)

ГОСТ Р 55201-2012. Национальный стандарт Российской Федерации. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Порядок разработки перечня мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при проектировании объектов капитального строительства" (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 26.11.2012 № 1193-ст)

Приказ Ростехнадзора №5 от 13.01.2015 «Об утверждении перечня нормативных правовых актов и нормативных документов, относящихся к сфере деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (раздел I «Технологический, строительный, энергетический надзор») П-01-01-2014»

Рисунок 1.1 - Нормативные документы регламентирующие мониторинг состояния технических систем

Анализ обязательного к исполнению стандарта ГОСТ 22.1.12-2015 [28], с позиций мониторинга состояния технических систем, позволил сделать ряд выводов, рисунок 1.2.



Рисунок 1.2 - Мониторинг состояния технических систем, с позиций ГОСТ 22.1.12-2015

На производственных объектах особое внимание необходимо уделять производственным процессам, которые могут стать источниками чрезвычайных ситуаций. Если технологический процесс поставлен не правильно, то может произойти взрыв, пожар и т.п. Инженерные системы контролируются только в плане обеспечения технологического процесса.

На территории Самарской области существует региональная служба чрезвычайных ситуаций, предназначенная для координации действий дежурных и диспетчерских служб. Поэтому при разработке региональных требований по МЧС необходимо учитывать:

- размещение технических средств автоматического мониторинга систем инженерно-технического обеспечения функционирования объекта;
- передачу информации, связанных с угрозой и возникновением чрезвычайной ситуации, в режиме реального времени;

- в том числе вызванной террористическими актами;
- в том числе по системам видеонаблюдения и контроля для визуального контроля обстановки;
- по системам контроля доступа, для обеспечения входа на объект;
- по системам связи и оповещения;
- по системам пожарной сигнализации;
- по системам обнаружения радиоактивного заражения на территории объекта, контроля и анализа воздуха на наличие отравляющих веществ.

Прежде чем приступать к разработке мониторинга технических систем, нужно определиться с приоритетами, потому что на сегодняшний день унифицированных требований к тому, что нужно передавать в сообщении о мониторинге объекта - нет [41].

Объекты нефтехимии имеют свою специфику, объекты атомной энергетики имеют совершенно другую специфику, гидросооружения имеют третью специфику. Таким образом, на различных объектах может применяться разное определение инцидента, аварии, которое закладывается в основу мониторинга технических систем. В каждой из отраслей промышленности разработаны свои нормативно-технические документы, которые регламентируют эти определения. Отсюда и нужно начинать построение своей системы.

Опасные объекты каждый имеет свои требования к определению инцидентов, аварий, критерии отнесения нарушений к инцидентам и авариям.

Например, для атомных станций нарушение нормальной эксплуатации в соответствии с п.29 ОПБ-88/97 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций – является в работе АС такое нарушение, при котором происходят отклонения эксплуатационных условий и пределов от установленных значений. При этом могут быть нарушены и другие установленные проектом пределы и условия, включая пределы безопасной эксплуатации [51].

Для опасных производственных объектов инцидент – это повреждение технических устройств или отказ, отклонение от установленных режимов, связанных с технологическим процессом, применяемом на опасном производственном объекте, (Федеральный закон от 21.07.1997 №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»)

Для атомных объектов авария – это нарушение эксплуатационных характеристик АС, превышающих установленные пределы безопасной эксплуатации, при котором происходит выход радиоактивных веществ или ионизирующего излучения, за пределы нормальной эксплуатации предусмотренные проектом (ОПБ-88/97 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций).

Авария по Федеральному закону №116-ФЗ «О промышленной безопасности ОПО») - это неконтролируемый выброс опасных веществ или взрыв, разрушение технических устройств или сооружений, используемых на производственном объекте, связано с определённой опасностью.

Для объектов горнорудной промышленности (РД 06-376-00 «Методические рекомендации по классификации аварий и инцидентов на опасных производственных объектах горнорудной промышленности и подземного строительства») авария - разрушения сооружений (технических устройств), включая разрушения крепи горных выработок, сдвиги земной поверхности, подвижки бортов карьеров, вызванные техногенными факторами и нарушениями принятой технологии работ и приведшие к приостановке работ, объекта (участка) на срок более суток.

Для гидротехнических сооружений (Методика определения критериев безопасности ГТС) авария - непредвиденная ситуация (не предусмотренная проектом или правилом безопасности), сопровождаемая неконтролируемым сбросом воды или жидких стоков из хранилища, а также, как следствие разрушение или повреждение гидротехнических сооружений.

Категории нарушений в работе АЭС представлены в НП-005-98 Приложение 1 "Категории нарушений в работе АС.

Систематизирование инцидентов и аварий для нефтехимической, нефтеперерабатывающей химической промышленности описаны в РД 09-398-01 «МР по группировке инцидентов и аварий на производственных объектах связанных с опасностью: нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности».

РД 153-34.2-21.342-00 «Методика определения критериев безопасности гидротехнических сооружений» регламентирует процедуру выбора диагностических и контролируемых показателей состояния гидротехнических сооружений, определяет порядок разработки критериальных значений диагностических показателей состояния ГТС.

Требования на опасных производственных объектах горнорудной промышленности и подземного строительства по классификации инцидентов и аварий представлены в РД 06-376-00.

Наиболее простой случай – это административно-бытовые здания, многофункциональный торговый комплекс, жилой комплекс, в который необходимо поставить СМИС, потому что у него либо заглубление больше 15 метров (согласно последним изменениям в Градостроительном кодексе РФ, ст. 48.1), либо высота больше 75 метров. Здесь под контроль, по сложившейся практике, берутся все системы жизнеобеспечения, все системы безопасности, связи и пожарной сигнализации, сообщения сводятся на один компьютер, и он все передает в органы РСЧС [48].

Для объектов нефтехимии и других производственных объектов существуют свои документы по обмену и передаче информации о факте возникновения чрезвычайной ситуации. Разработаны специальные формы донесения.

Во-первых, должен быть оповещен некий коллектив, который соберется и оценит изложенные в донесении факты. На основании этого составляется сообщение в вышестоящие органы с подписью руководителя предприятия.

Нормативными документами для проектирования мониторинга технических систем являются, рисунок 1.3.

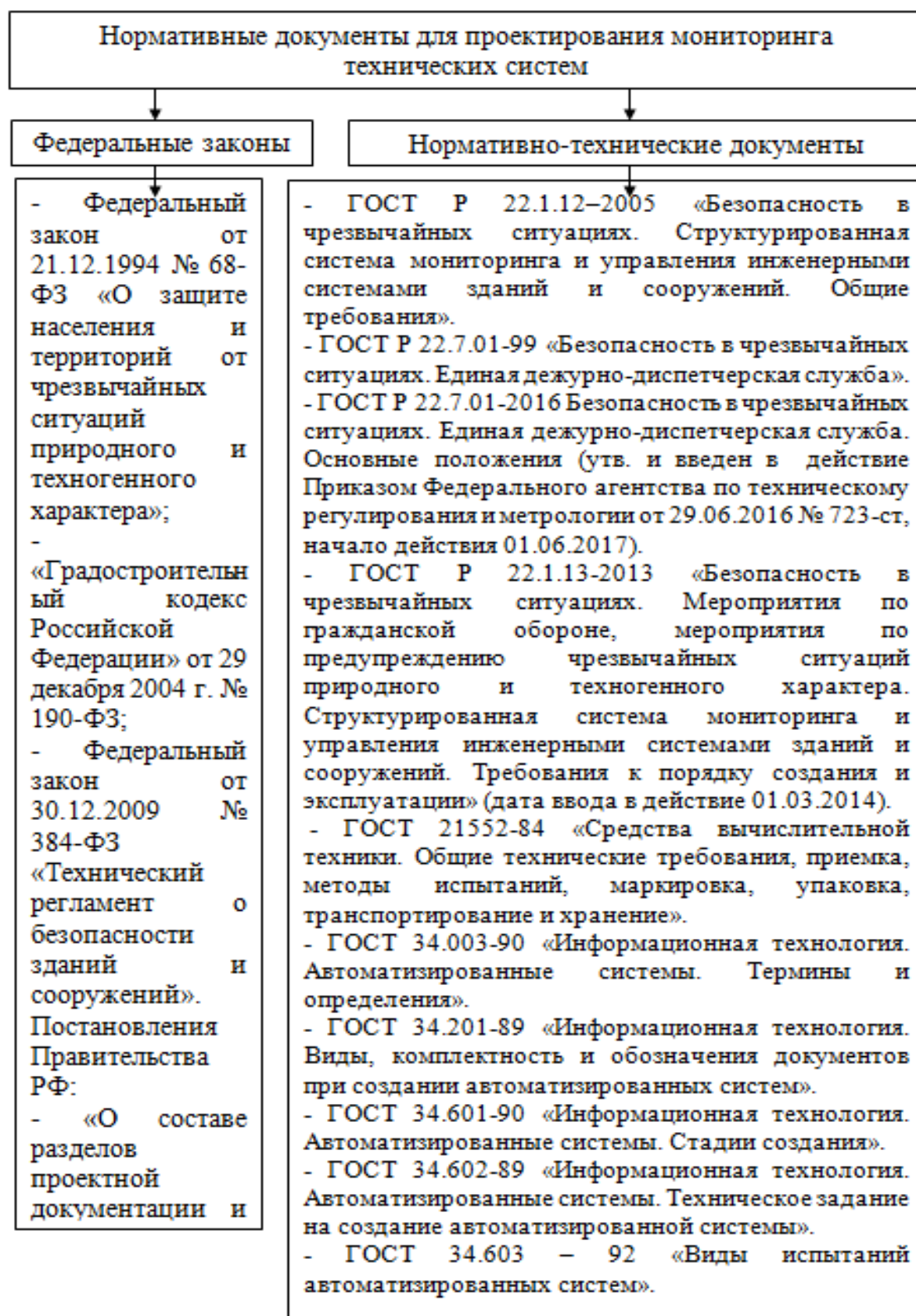


Рисунок 1.3 - Нормативные документы для проектирования мониторинга технических систем

Методические документы для проектирования мониторинга технических систем представлены на рисунке 1.4.

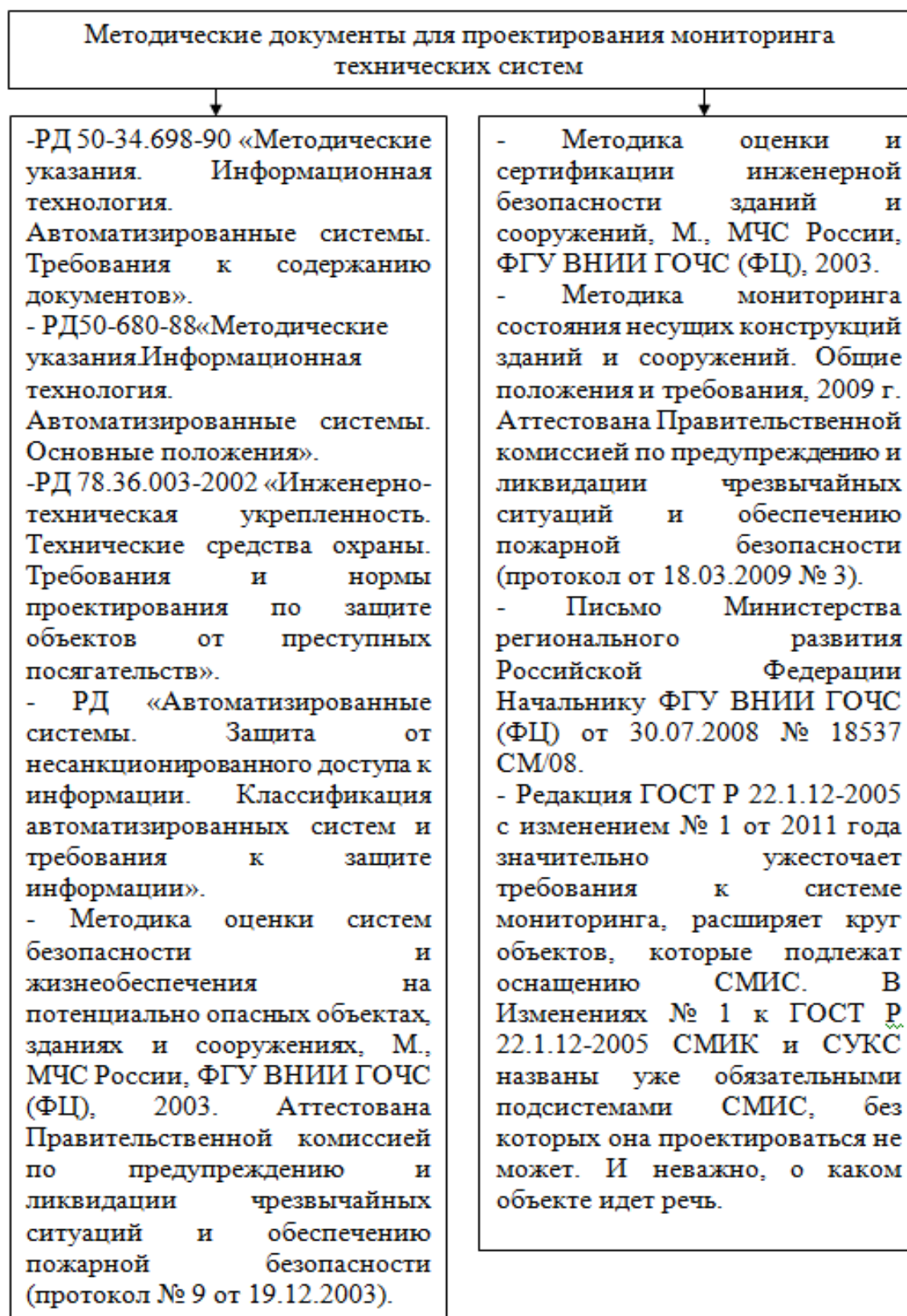


Рисунок 1.4 - Методические документы для проектирования мониторинга технических систем

На производственных объектах в автоматическом режиме невозможно построение СМИС в соответствии с тем определением, которое дано в ГОСТе.

Если объект федерального значения, то информация должна идти в ЦУКС региона. Если это какой-то социальный объект, то в ЕДДС города. Назначение информации, передаваемой СМИС, определяют технические условия на сопряжение, выдаваемые ГУ МЧС по субъекту РФ.

Стадии проектирования объектов представлены на рисунке 1.5.

Стадии рабочей документации проектирования объектов представлены на рисунке 1.6.



Рисунок 1.5 - Стадии проектирования объектов

Стадия РД
<ul style="list-style-type: none"> • Чертежи основного комплекта • Массив входных данных • Состав выходных данных (сообщений) • Алгоритмы формирования сообщений сервером • Декларация разметки XML- сообщений • Схема электрическая • Схема структурная КТС • Схема соединений внешних проводок • План расположения оборудования и проводок • Спецификация оборудования • Смета • Задания на сопряжения инженерных систем • Строительные задания, связанные с созданием СМИС

Рисунок 1.6 - Стадии рабочей документации

В письме Минрегионразвития от 30.07.2008 № 18537-СМ/08 написано: «Согласование Минрегионом России специальных технических условий, устанавливающих требования по проектированию инженерно-технических мероприятий гражданской обороны и мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций, не предусмотрено».

Таким образом, СТУ фактически никто не согласовывает, если это не предусмотрено в исходных данных и требованиях на ПМ ГОЧС.

Но разработка СТУ необходима из-за отсутствия норм проектирования и для обоснования отступления от ГОСТ Р 22.1.12-2005.

У эксперта может возникнуть вопрос – в ГОСТе значится контроль биологической опасности, но это не предусмотрено в системе. В этом случае в СТУ нужно определить состав систем мониторинга и примерный перечень сигналов в обобщенном виде, который будет собираться с объекта и передаваться в органы РСЧС. Это самая главная задача СТУ.

Всё остальное делается по обычному типовому техническому заданию. Поскольку установленных требований по созданию системы ГОСТа нет, за основу берется 34 ГОСТ, и в соответствии с этим ГОСТом разрабатываются СТУ. Т. е. всё нормируется, как в ТЗ, но особое внимание уделяется системам и объемам мониторинга.

Определяя те системы и сигналы, которые следует мониторить, для производственного объекта лучше всего взять какой-нибудь план ликвидации аварийной ситуации, его оперативную часть, где расписано, что, как и к чему приводит, кто как действует.

Разработчики СМИС не всегда являются специалистами в той или иной области технологий производственного объекта (нефтехимия, электроэнергетика и т. д.). Здесь круг задач достаточно широк, поэтому нужно опираться и на внутриведомственные требования к объекту.

У каждого ведомства есть свои определения, что такое инцидент, что такое авария. В атомной энергетике, например, существует понятие «запроектные аварии». Поэтому нужно внимательно ознакомиться с нормами правилами, которые действуют в данной отрасли, и на основании этого приступать к формированию сигналов и систем мониторинга.

Приходится консультироваться с людьми, которые создают автоматизированные системы управления производственными процессами, о том, какие сигналы лучше использовать, чтобы и систему не перегружать, и обеспечить необходимый уровень безопасности [46].

Если речь идет о социальном объекте, то на нём, как правило, мониторится электроснабжение, система пожарной сигнализации, водоснабжение. С другой стороны, если на социальном объекте пропадает вода больше чем на двое суток, тогда надо как-то реагировать.

В Изменениях № 1 к ГОСТ Р 22.1.12-2005 и ГОСТ Р 22.1.13-2013 указано, что мониторинг технических систем состоит из трёх подсистем – подсистема сбора и обработки данных, подсистема СУКС, подсистема СМИК. Добавлены как объект мониторинга природные процессы.

Система сбора данных и передачи сообщений (ССП) - подсистема мониторинга, которая осуществляет контроль за деструктивными факторами всего объекта в режиме реального времени, способная получить данные от подсистем мониторинг технических систем, передавать информацию дежурно-диспетчерским службам объекта и органам связанным с повседневным управлением РСЧС об угрозах и возникновениях ЧС.

Согласно Изменениям № 1 к ГОСТ Р 22.1.12-2005 можно подсоединяться АСУ первого уровня, брать информацию с контроллеров. Но не всякий разработчик системы даст доступ к своим контроллерам.

Исходные данные для разработки мониторинг технических систем представлены на рисунках 1.7, 1.8.



Рисунок 1.7 - Исходные данные для разработки мониторинга технических систем



Рисунок 1.8 - Исходные данные для разработки мониторинга технических систем

Структура СТУ для разработки мониторинга технических систем:

- Общие положения.
- Назначение и цели разработки СТУ.
- Характеристика объекта, оснащаемого СМИС.
- Принцип определения требований к мониторингу угроз ЧС природного и техногенного характера.

- Оценка угроз ЧС природного и техногенного характера для объекта.
- Требования по объему мониторинга СМИС для обеспечения предупреждения ЧС.
- Требования к СМИС объекта.
- Требования к проектированию СМИС объекта.
- Требования к работам стадии «Рабочая документация» СМИС объекта.
- Требования к вводу в действие.
- Требования по эксплуатации СМИС объекта.

Требования к проектным организациям, разрабатывающим СМИС (в соответствии с Изменением № 1 к ГОСТ Р 22.1.12-2005): проектирование и строительство системы мониторинга технических систем осуществляют организации имеющие допуск к работе в области мероприятий по гражданской обороне и имеющие допуск к работе в области предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Специалисты этих организаций должны обладать дипломами государственного образца (свидетельствами, удостоверениями), повышением квалификации иметь специальную подготовку по образовательной программе в данной области, включая систему мониторинга технических систем.

В СТУ указывается, что за основу взят ГОСТ 34 серий, т. к. СМИС является автоматизированной системой, и в соответствии с этим разрабатывается проектная документация по 34 ГОСТу. И если отсутствуют какие-то нормы проектирования, это также указывается в СТУ, в соответствии с 34 ГОСТом.

Для того чтобы начать разрабатывать СТУ, необходимо получить исходные данные на объект. Как правило, это задание на разработку проектной документации, где есть исходные данные и требования.

Общей пояснительной записки на этой стадии проектирования, возможно, не будет, нужны хотя бы материалы эскизного проектирования, если они есть, или частные технические задания на разработку объекта по системе.

Таким образом, есть общее техническое задание на разработку объекта,

и потом составляется частное техническое задание на разработку систем автоматизации. Необходимо иметь список систем, которые действуют на объекте, чтобы определить объем мониторинга, установить, о работе каких систем следует получать сведения (в первую очередь важно знать степень автоматизации той или иной системы). Например, нарушение работоспособности, восстановление работоспособности, если это противопожарная система — факты возникновения пожара, срабатывания датчиков и кнопок тревог [45.49]. Для составления СТУ этого достаточно.

Структурированные системы, связанные с мониторингом и управлением технических систем зданий и сооружений создаются для автоматизированного мониторинга и передачи в режиме реального времени информации о состоянии технологических процессов, систем жизнеобеспечения, систем безопасности, систем противопожарной защиты, систем связи, каналов связи в единую дежурно-диспетчерскую службу МЧС для всех последующих обработок и имеющих цель - оценка, ликвидация и предупреждение последствий факторов дестабилизации, а также передачи информации о возможности и факте пожарно-террористических проявлений.

Общие требования к СМИС сформулированы в ГОСТ 22.1.12-2005 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Общие требования» и ГОСТ Р 22.1.13-2013 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мероприятия по гражданской обороне, мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Требования к порядку создания и эксплуатации».

Которыми установлены:

- группы допустимо опасных объектов, которые подлежат оснащению структурированной системой мониторинга и управлением технической системой зданий и сооружений;
- группа условий к организации системы мониторинга технических систем;

- функциональная последовательность системы мониторинга, необходимая для обеспечения решения задач, связанных с безопасностью объекта;
- информационное сопряжение данных системы мониторинга технических систем с единой дежурно-диспетчерской службой населённого пункта;
- условия, связанные с проведением испытаний и приемкой в эксплуатацию системы мониторинга.

Необходимость разработки настоящих СТУ на создание СМИС обусловлена тем, что в настоящее время в Российской Федерации отсутствует нормативно-технический документ, регламентирующий порядок проектирования, структуру и содержание подраздела СМИС проекта капитального строительства, а также состав и содержание регламентов действий дежурных сил объектов ЕДДС города при получении сообщений СМИС. В настоящих СТУ содержатся дополнительные установленные требования, обеспечивающие разработку проектных решений по СМИС на весь её жизненный цикл, от создания до эксплуатации поручителем. В пункте 5 постановления Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 года № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» определено:

«В случае если для разработки проектной документации на объект капитального строительства недостаточно требований по надежности и безопасности, установленных нормативными техническими документами, или такие требования не установлены, разработке документации должны предшествовать разработка и утверждение в установленном порядке специальных технических условий».

В частности, это требование относится к СМИС. Сам цикл разработки проектной документации на СМИС ничем не отличается от любой другой проектной документации.

Это разработка специальных технических условий, разработка технического задания, разработка проекта, строительные-монтажные работы, наладочные работы, эксплуатация, промышленная эксплуатация.

Техническое задание (ТЗ) на СМИС ничем не отличается от СТУ, кроме того, что в ТЗ уточняются параметры мониторинга. В СТУ определен список систем, которые следует контролировать.

В ТЗ описано, как это происходит, от какой системы и что желательно получить. От одной – только сигнал об аварии. От другой – данные о напряжении, силе тока, мощности (эти параметры должны определяться с предупредительными установками и своими установками) [42].

Если появляется требование о том, взять или не взять на контроль устранение аварии, то опять же надо определить – в течение какого времени. Все это в ТЗ более четко расписано, а именно сам объем по сигналам мониторинга. Только этим ТЗ будет отличаться от СТУ.

Передача сигналов в ЕДДС. Как правило, в региональном органе, который выдавал исходные данные, запрашиваются технические условия на сопряжение системы СМИС с ЕДДС МЧС. Следует определить количество каналов – основной и резервный (первый — оптоволокно, второй — радиоканал), установить структуру и разметку сообщений, которые пойдут в МЧС, структуру и разметку служебных сообщений, например, о работоспособности систем.

Раз в два часа ЕДДС отправляет сообщение в СМИС на объекте, и дежурный должен подтвердить его получение. Все это описано в технических условиях на сопряжение.

Если объект федерального значения, то информация должна передаваться непосредственно в ЦУКС региона. Если это какой-то социальный объект, то достаточно в ЕДДС города.

Состав проекта СМИС:

- Пояснительная записка.
- Схема организационной структуры.
- Описание организационной структуры.
- Схема автоматизации.
- Схема структурного комплекса технических средств.
- Описание комплекса технических средств,

-Состав регламентных действий персонала ЕДДС при предаварийных и аварийных чрезвычайных ситуациях, угрозах террористических актов. На всех предприятиях эти регламенты уже разработаны, и их нужно привести в соответствие со СМИС, чтобы не делать одно и то же два раза. Если в общем регламенте значится оповещение, то в проекте СМИС можно написать: если не было проведено оповещение, то следует провести его.

-Перечень заданий на сопряжение СМИС с объектами мониторинга. Здесь подразумевается, что при проектировании СМИС необходимо согласовать с разработчиком той или иной инженерной системы протокол, по которому проектировщики СМИС получают информацию об инженерной системе объекта.

-Строительное задание на электронное обеспечение: силовое электропитание, введение слаботочных розеток.

-Описание алгоритма формирования сообщений.

-Описание традиционного обеспечения.

-Описание программного обеспечения.

-Ведомость оборудования.

-Локальный сметный расчет.

В приложениях указывается: задание на разработку проектной документации, задание на разработку СМИС, технические условия на сопряжение, непосредственно сами задания, согласованные с разработчиками систем.

Структура проектной документации представлена на рисунке 1.9.

Проект	Прилагаемые материалы
<ul style="list-style-type: none"> • Пояснительная записка • Схема организационной структуры СМИС • Описание организационной структуры СМИС • Схема автоматизации СМИС • Схема структурная комплекса технических средств СМИС: • Описание комплекса технических средств СМИС. • Состав регламентов действий персонала ДДС объекта при предаварийных, аварийных, чрезвычайных ситуациях, пожарах, угрозах террористических актов • Перечень заданий на сопряжение с СМИС и на разработку строительных, электротехнических, санитарно-технических и других разделов проекта, связанных с созданием СМИС • Описание алгоритмов формирования сообщений СМИС • Описание информационного обеспечения СМИС • Описание программного обеспечения СМИС • Ведомость оборудования и материалов • Локальный сметный расчет 	<ul style="list-style-type: none"> • Задание на разработку проектной документации • Задание на разработку СМИС • Технические условия сопряжения СМИС объекта с ЕСОДУ <ul style="list-style-type: none"> • Задания на сопряжение со СМИС инженерных систем объекта • Задания на разработку строительных, электротехнических, санитарно-технических и других разделов проекта, связанных с созданием СМИС • Инциденты, аварии, о возникновении которых формируются сообщения СМИС • Правовые, нормативные и методические документы по вопросу построения СМИС • Свидетельство о допуске к работам, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства

Рисунок 1.9 - Структура проектной документации

Система мониторинга инженерных конструкций (СМИК) должна быть подключаема к СМИС так же, как и любая другая инженерная система [58]. Делать её непосредственно частью СМИС нецелесообразно, потому что не везде и не всегда она нужна. Как таковых правил и норм по разработке СМИК нет, кроме того, что в СМИС предусмотрен мониторинг несущих конструкций.

В Изменениях № 1 к ГОСТ Р 22.1.12-2005 четко указано, что СМИК должна быть на объекте. Но если в здании 3-4 этажа, 20 на 30 метров, какую СМИК туда ставить? Зачем там мониторинг конструкций? Если здание стандартно спроектировано, стоит ли нагружать его дополнительно какой-то системой? СМИК – не дешевая система. И ведь мало поставить датчики и снять с них сигналы, важно сказать, что это значит [50]. Составляется методика мониторинга, в которой говорится, где и какие ставить датчики, какие параметры они должны измерять, с какой погрешностью, в каком диапазоне, и какие изменения будут критичны для той или иной ситуации. Требуются немалые деньги, потому что нужно составить математическую модель конструкции, определить значения нагрузок и воздействий, узкие места.

Нагружать стандартный административно-бытовой корпус этой системой не совсем целесообразно. Обычно проектирование СМИК требуется, если объект согласно статье 48.1 Градостроительного кодекса Российской Федерации относится к технически сложным, уникальным объектам. Т. е. если его высота больше 100 метров, заглубление 15 метров, пролеты больше 100 метров, консоль 20 метров. В этом случае есть необходимость в разработке такой подсистемы.

СМИК состоит из методики и самой системы, которая заключается в организации измерительных пунктов, где могут быть и аналоговые датчики, и цифровые, и их различные комбинации в зависимости от того, что определяется в методике. Устанавливается локальный сервер, который собирает все сведения.

Если на объекте нужен датчик угла наклона, то сервера достаточно, а если используется датчик виброускорений, то определяется не только амплитуда, но и частота, нужно собрать сигнал за какое-то время, потом, чтобы его перевести в частотную область, выделить пики, и только после этого передать значение на сервер.

Поэтому иногда ставится дополнительный компьютер, с него информация идет на общий сервер мониторинга, который делает заключение в соответствии с разработанной методикой. Как правило, организуется отдельное АРМ.

Если эта система будет установлена, то она должна сопрягаться со СМИС и передавать туда два типа сообщений – о неисправности оборудования основной системы и о превышении предупредительных и аварийных установок (о переходе строительных конструкций в ограниченную работоспособность или в аварийное состояние). Такая информация из СМИС потом через сервер дублируется в ЕДДС, при необходимости.

Методика системы мониторинга представляет собой ряд определённых составляющих:

- Назначение.
 - Описание объекта мониторинга (месторасположение, общие данные, архитектурно-планировочные решения, конструктивные решения, проектные нагрузки).
 - Цель мониторинга.
 - Задачи мониторинга.
 - Основные методологические принципы и требования к решению задач мониторинга.
 - Технология проведения мониторинга.
 - Регламент проведения мониторинга.
- СМИК
- Главные технические решения.
 - Описания процессуальной деятельности объектов при функционировании СМИК.
 - Мероприятия по подготовке объекта автоматизации ко вводу системы в действие.
 - Схема и описание организационной структуры СМИК.
 - Схема автоматизации СМИК.
 - Состав регламентирующих действий при аварийных и предаварийных, чрезвычайных ситуациях.
 - Описание информационного и программного обеспечения СМИК.
 - Ведомость и смета оборудования и материалов.

Схема СМИК представлена на рисунке 1.10.

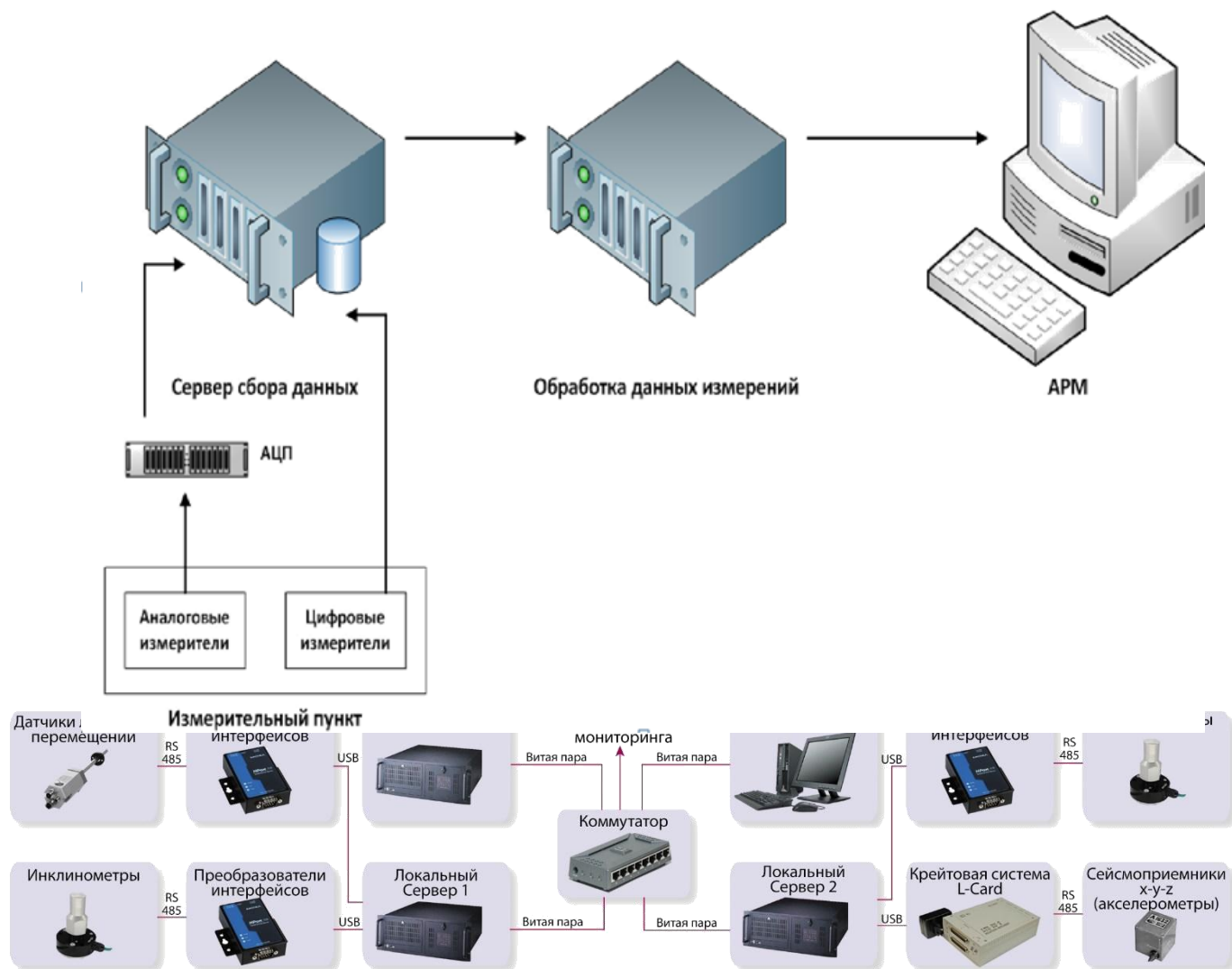


Рисунок 1.10 - Схема СМИК

Система связи и управления в кризисных ситуациях (СУКС) СУКС состоит из двух подсистем – оперативной телефонной связи и оперативной радиосвязи. Если использовать аналогию с другими системами, то есть СОРС (МВД) - это обследование территории, выявление мест, в которых отсутствует радиосигнал, и установка там дополнительных антенн-усилителей, чтобы покрыть всю территорию радиосвязью для аварийно-спасательных служб. У МЧС можно получить диапазоны для этого, а что касается МВД и ФСБ – это затруднительно. Вторая система — телефонная оперативная связь, строится по пожарной проводной связи, когда ставятся специальные розетки рядом с

лифтами, в холлах. Человек бежит с трубкой, подсоединяется к розетке и может связаться со штабом. Но, как правило, сейчас телефонная связь очень редко используется. Нормативных документов по СУКС не было принято.

Критерии, по которым бы определялось, надо или не надо разрабатывать СУКС, как правило, тоже отсутствуют. Промышленный объект например, расположен на поверхности и растянут, радиосвязь там должна работать без особых проблем. Если же иметь в виду подземные сооружения, то может быть, есть смысл в разработке СУКС.

Структура СУКС состоит из:

- Системы экстренной службы и оперативных радиосвязей городской службы безопасности.

- Системы оперативных чрезвычайных телефонных связей.

- Сведения об обеспечении потребительских характеристик СУКС, заданных в техническом задании на проектирование (таких как надежность, эргономика, защищенность).

- Состав программных средств систем экстренной службы и оперативных радиосвязей городской службы безопасности.

- Лингвистическое обеспечение СУКС.

- Схемы и мероприятия.

Схема СУКС представлена на рисунке 1.11.



Рисунок 1.11 - Схема СУКС

Основная цель мониторинга – повышение безопасности и эксплуатационной надёжности объектов строительства.

Существует несколько способов решения данной задачи:

- проведение периодического инструментального мониторинга;
- установка на объекте автоматической системы мониторинга (СМИК).

Для реализации вышеперечисленных требований с точки зрения безопасности на этапе эксплуатации необходимо создание на объектах именно систем непрерывного (в режиме реального времени) мониторинга несущих конструкций, аппаратно-программные средства которых позволят осуществлять периодическое обследование несущих конструкций объекта.

Применительно к строительным объектам система непрерывного мониторинга характеризуется специфическими особенностями и потому требует специальных научно-методических и научно-технических проработок.

В первую очередь, от такой системы требуется высокий уровень долговечности при высоком уровне надёжности и достоверности собираемой информации о состоянии строительных конструкций. Такие требования следуют из того обстоятельства, что строительные объекты, особенно уникальные, рассчитаны на длительный срок эксплуатации, измеряемый десятками и даже сотнями лет, а события, приводящие к авариям, имеют весьма малую вероятность, измеряемую десятными и даже тысячными долями процента. Именно на гарантированную идентификацию этих долей процента должна быть нацелена система непрерывного мониторинга. В противном случае она теряет смысл.

Проведение мониторинга необходимо как на этапах связанных с производством строительных работ на объекте, так и на эксплуатационном этапе. Исходя из этого, могут быть сформулированы следующие цели создания СМИК:

на стадии строительства:

- своевременное обнаружение на ранней стадии осадок, деформаций и перемещений конструкций основания и несущего каркаса здания, которые могут привести к их разрушению, нарушению устойчивости возводимых конструкций, повлечь людские и материальные потери;

- своевременное информирование заказчика о критическом изменении контролируемых параметров;

на стадии эксплуатации:

- в режиме реального времени, обеспечение безопасности посетителей и персонала, путём автоматического, информирования единой дежурно-диспетчерской службы (ЕДДС) города, района о критическом изменении состояния (деформированного состояния) конструкций объекта;

- обеспечение проведения автоматического мониторинга несущих конструкций объекта и его интегральных характеристик напряженно-деформированного состояния в которой большое значение имеет фактор времени;

- уменьшение событий, относящихся к риску утраты полной или частичной несущей способности, определяющую надежность при помощи раннего обнаружения негативных изменений состояний несущих конструкций (например, напряженно-деформированного), приводящих в последствии к их разрушению (потеря работоспособного состояния объекта, аварийное состояние), к людским потерям;

- обеспечение проведения работ периодического мониторинга (обследования).

Структура СМИК реализует распределенную систему сбора и обработки данных от различных датчиков, что и было предложено в данной магистерской диссертации.

Система состоит из датчиков, локальных контроллеров (АЦП) серверов локальных контроллеров, сервера СМИК и АРМ СМИК.

Это не только система аппаратно-программных средств, но и система взаимодействия с дежурно-диспетчерскими службами (ДДС) объекта и единой дежурно-диспетчерскими службами (ЕДДС) городов, районов посредством СМИС объекта.

2 Техническое состояние строительных объектов с позиций надёжности и безопасности

Надёжность и долговечность любого объекта связаны с мониторингом их технического состояния, следовательно, имеет большое значение. Мониторинг даёт возможность в любой момент времени владеть полной информацией о техническом состоянии отдельных конструкций и здания в целом.

Мониторинг состоит из систематического наблюдения за состоянием конструкций, оценки и прогноза их прочностных характеристик, параметров долговечности и надёжности, а также ведение соответствующей документации [2,30].

Понятие “надёжность” принимаем за критериальное условие технического состояния конструкций. При этом надёжность имеет следующие выгодные свойства:

- общность, т.е. его могут применить для любого свойства отдельных конструкций или всего объекта (прочность, огнестойкость, токсичность и др.);

- связь со временем;

- может определить безопасность объекта в любой момент времени за используя неэкономические потери, которые выражены количеством людей на площади поражения от отказа конструкций;

- может быть определён математически;

- объединят элементы с разным качеством и способами соединения.

В настоящее время большое количество научных работ посвящается вопросам обеспечения надёжности работы сооружений. В работах подчеркивается важность осуществления контроля за состоянием эксплуатируемых объектов, регулярного обследования их технического состояния и обоснованного назначения геометрических параметров и режимов работы.

Надёжность – свойство изделия, обусловленное его безотказностью, долговечностью и ремонтпригодностью и обеспечивающее сохранение его эксплуатационных показателей в заданных пределах [18].

В данном исследовании промышленное здание, с позиций теории надёжности будем называть системой. Система – предназначена для выполнения заданных функций, состоящая из совокупности элементов.

Каждая система имеет в своей основе отдельные части - элементы.

Работоспособность всей системы обеспечивается элементами и их соединениями.

Понятия система и элемент условны.

В зависимости от ситуации, оба этих понятия могут относиться к одному и тому же объекту. Например, в промышленном здании (исследуемый объект в магистерской диссертации) фундаменты, колонны, балки, фермы и т.п. являются элементами системы. В противовес этому стропильная балка - это тоже система по части её составляющих – верхний и нижний пояса и другие составляющие. Элементы в составе системы, на примере всё той же железобетонной балки могут разрушаться:

- из – за достижений в арматуре предела текучести по нормальному сечению;
- из–за достижений в бетоне предельных значений напряжений по нормальному сечению;
- по трещине в наклонном сечении;
- между трещинами в наклонном сечении;
- в опорных частях.

Системы подразделяются на механические, управленческие, технические, электрические и так далее. В магистерской диссертации будет рассматриваться только техническая система.

Техническая система имеет свою иерархию:

- системой первого уровня является объект, состоящий из последовательно соединенных систем второго уровня (которыми являются функции);
- каждая система второго уровня содержит системы третьего уровня.

Они состоят из последовательно и параллельно (комбинированно) соединённых элементов, которые в свою очередь являются системами четвёртого уровня.

Эта иерархическое членение продолжается до нужной степени подробности, рисунок 2.1.



Рисунок 2.1 - Иерархия системы

Системы классифицируются по строению и структуре. В соответствии со своими соединениями, элементы, могут организовывать всевозможные системы по особому свойству. Номенклатура строительных конструкций - ограничена, но при этом из них можно строить объекты, в полной мере различающиеся друг от друга.

Противоположное свойство надёжности это отказ. Отказ – это нарушение работоспособного состояния изделия. Например, навесные стены, являются неремонтопригодными, в смысле работы закладных деталей, с помощью которых они крепятся к колоннам. Вообще говоря, отказ – сверхнормативное несоответствие любого свойства объекта установленным нормам или требованиям.

Существуют отказы двух видов: существенные и несущественные. К существенным относятся те отказы, которые имеют неэкономические последствия или большие экономические. Например, обрушение конструкций в результате пожара на объекте. К несущественным относятся те, которые имеют не очень значительные экономические последствия. Например, недостаточное термическое сопротивление стен, повышенные прогибы.

Существует классификация отказов, таблица 2.1.

Таблица 2.1 - Классификация отказов

Признак деления	Вид отказа	Примеры отказов
Характер проявления отказов	Внезапный Постепенный	Хрупкое разрушение Накопление пластической деформаций
Связь с другими отказами	Независимый Зависимый	Обрушение из – за перегрузки Обрушение плит покрытия из – за отказа выше лежащих конструкций, в результате пожара
Возможность использования после отказа	Полный Частичный	Обрушение Использование изделия в менее жёстких условиях
Характер устранения отказа	Устойчивый Самоустраняющийся	Просадка грунта Температурные деформации
Наличие внешних проявлений	Явный Скрытый	Обрушение Потеря преднапряжения
Возможность прогнозирования	Непрогнозируемый Прогнозируемый	Хрупкое разрушение Износ в агрессивной среде
Причина возникновения	Конструкционный Технологический Эксплуатационный	Неверно выбран вид бетона Не выдержана марка бетона Перегрузка
Время возникновения	При испытаниях При приработке При нормальной эксплуатации В последний период эксплуатации	Испытания нового изделия Осадка здания Обрушение Отказ очень старой конструкции

В процессе своего функционирования система со временем изменяется, она находится в постоянном развитии, и обычно её надёжность во времени снижается по закону, формула 2.1, рисунок 2.2:

$$W(t) = \exp\left(-\frac{t}{T_0}\right) \quad (2.1)$$

где t – время текущий момент;

T_0 – среднее время безотказной работы объекта.

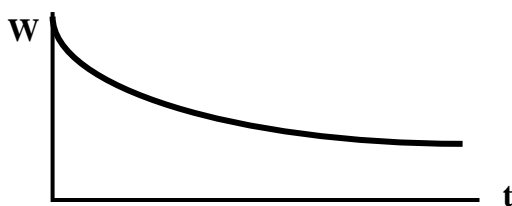


Рисунок 2.2 - Уменьшение во времени надёжности

На стадии эксплуатации систем и элементов, рассматривают три периода, каждый из них характеризует проявление своей интенсивности отказов, рисунок 2.3.

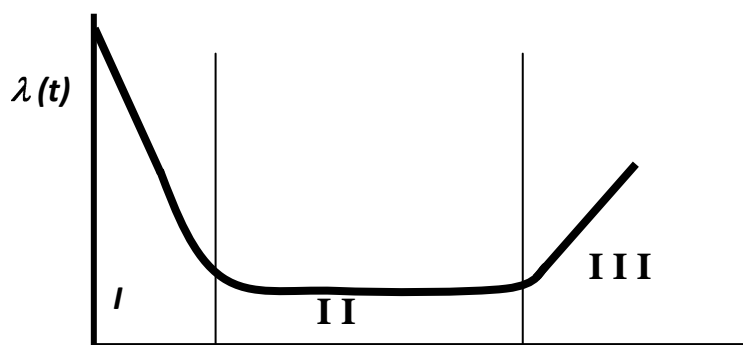


Рисунок 2.3 - Периоды эксплуатации системы

I. Называется периодом приработки. Характеризуется быстрым уменьшением интенсивности отказов систем или элементов в единицу времени, потому что, возникающие отказы, оцениваются только экономическим путём. В частности, к проявлениям таких видов отказов можно отнести осадку кладки в

зимней период времени, усадочные трещины, усушка деревянного пола и т.п. Этот период – для технических систем продолжается, как правило, от одного до трёх лет.

II. Называется периодом нормальной эксплуатации. К началу данного периода все обнаруженные отказы были ликвидированы, следовательно интенсивность проявления отказов отчетливо снижается в единицу времени. Вновь проявляющиеся отказы, относятся к длительным процессам, таким как, проявление неупругих свойств материала, воздействие агрессивной среды и другое. Такие события неизбежно приведут к возникновению прогибов, просадке объекта. В период нормальной эксплуатации возможно проявление внезапных отказов, например, связанных с природными катаклизмами. Период нормальной эксплуатации является расчётным (расчёт ведут по зависимостям экспоненциального закона распределения) в теории надёжности. Соответствует сроку службы объекта.

III. Называется периодом физического старения и износа. Интенсивность проявления отказов во времени резко возрастает – это связано с естественными процессами старения и др.

Отличие между элементами и системой состоит ещё и в том, что требуются разные исходные данные для расчёта их надёжности:

– для определения расчётных характеристик элементов необходимо знать статистику распределений детерминантов при определении их надёжности. К примеру, для стропильной фермы нужно собрать информацию о расчёте статистических характеристик надёжности распределений: прочности бетона, прочности арматуры, ширине, высоте и т.д.;

– для определения расчётных характеристик систем необходимо определить надёжности элементов и способ их соединений.

Безопасная эксплуатация конструкций или сооружения в целом может оцениваться определёнными критериальными составляющими. Важнейшими из них являются параметры: огнестойкости, прочности и устойчивости

конструкций, экологической чистоты материалов, неэкономических потерь, оптимизации и другие.

В современных условиях эксплуатации инженерных сооружений необходимо иметь объективную информацию, отражающую изменения основных характеристик, влияющую на надёжность объектов, с целью дальнейшей обработки и использования [15,16].

Численное значение надёжность один из аспектов безопасности, в том числе и пожарной безопасности объектов.

В связи с тем, что теория надёжности учитывают рассеяние параметров, определяющих свойства конструкции, они имеют тесную связь с контролем качества конструкции, в том числе и пожарной безопасностью.

Использование теории надёжности оказывает непосредственное и положительное влияние на развитие научных исследований в области расчета элементов и систем.

2.1 Оценка безопасности строительной конструкций промышленного здания

Параметры безопасности в процессе эксплуатации строительных конструкций или всего объекта в целом могут быть оценены несколькими параметрами. Сформулируем основные: время эвакуации из помещений людей при ЧС (например, при пожаре), параметр огнестойкости, параметры прочности и устойчивости строительных элементов, параметр неэкономических потерь и другие.

Тесно связан с термином «неэкономические потери» другой, более понятный для широкой общественности термин – «безопасность». Выражая по сути дела одно и то же явление, термин безопасность является безразмерным и соответствует отношению неэкономических потерь к проектному (или

нормированному) состоянию строительных конструкций, во взаимосвязи с той технической ситуацией, связанной с фактическими условиями её эксплуатации.

Следует отметить, что строительные конструкции объекта выбранного в магистерской диссертации для исследования можно в полной мере отнести к конструкциям с чисто неэкономической ответственностью. Поэтому их расчёт должен производиться не по СНиП, а по специальным методикам, которые учитывают неэкономические потери.

В этой связи, говоря о неэкономических потерях, следует понимать, что речь идёт о безопасности эксплуатации конструкции.

Неэкономические потери (НП) зависят от качества проектирования, изготовления и эксплуатации конструкции, что интегрально выражается в вероятности её отказа (Q_k), от вероятности пребывания людей на площади поражения по времени (Q_t) и по площади (Q_f) и от количества людей, находящихся на площади поражения (M). Так как все указанные вероятности являются независимыми, вероятность их совместного появления (то есть вероятность реализации неэкономических потерь) окажется равной произведению их вероятностей в отдельности, формула 2.2:

$$P = M \cdot Q_k \cdot Q_f \cdot Q_t \quad (2.2)$$

Оценка вероятности отказа является особенно неопределённой и трудоёмкой. Она определяется способами: аналитическим, численным (при помощи итерации или метода перебора), табличным и определением статистических зависимостей.

Аналитический способ заключается в решении подынтегрального выражения композиции распределения нормального закона и закона Гумбеля второго рода. Итерационный способ использует в своём решении уравнение, где в правой части - искомая вероятность отказа, а в левой части – параметр индикатора отказа. В основе способа «метод перебор» лежит многократное решение одной и той же функции при разных соединениях исходных параметров, результат такого решения - гистограмма расхождения между

свойствами и воздействиями, при помощи, которой вычисляют вероятность отказа.

По способу решений итераций составлены специальные таблицы [3,7].

Статистическая корреляция связывает вероятность отказа с коэффициентом вариации нагрузок и прочности, а также взаимосвязи их средних значений.

Допустим, что режим нахождения людей на объекте в начальный период времени срока эксплуатации и в конечный период срока эксплуатации (Т) остаётся постоянным (один и тот же – то есть $Q_f = Q_t = \text{const}$). Коэффициент безопасности зависит лишь от отношения вероятности отказа: $K_B = \frac{Q_k}{Q_n}$

В предположении, что коэффициент безопасности выражается через модальность индикатора отказа в начальный период времени срока эксплуатации и в конечный период срока эксплуатации, формула 2.3:

$$K_B = \frac{n_{\psi,t=0}}{n_{\psi,t=T}} = \frac{\bar{N}_{t=0} - \bar{q}_{t=0} \cdot \sqrt{\sigma_{N,t=T}^2 + \sigma_{q,t=T}^2}}{\bar{N}_{t=T} - \bar{q}_{t=T} \cdot \sqrt{\sigma_{N,t=0}^2 + \sigma_{q,t=0}^2}} \quad (2.3)$$

Допустим, что свойства конструкций и среднеквадратическое отклонение нагрузки в течение времени не изменяются (что достаточно достоверно), то определение коэффициента безопасности возможно при помощи формулы 2.4:

$$K_B = \frac{\bar{N}_{t=0} - \bar{q}_{t=0}}{\bar{N}_{t=T} - \bar{q}_{t=T}} \quad (2.4)$$

Эти неэкономические потери должны быть не больше допустимых. Последние получены, исходя из следующих условий:

- человек, находящийся в зоне отказа наиболее массовой конструкции, не должен ощущать тревоги за свою жизнь и здоровье,
- за наиболее массовую конструкцию была принята плита перекрытия.

Если при проектировании конструкции окажется, что неэкономические потери от её отказа превысят эталонные, значит, конструкция не является безопасной и её следует запроектировать иначе.

2.2 Оценка надежности эвакуации людей из промышленного здания

Позиции магистерской диссертации, написанные ранее, позволили сформировать мнение, что неэкономические потери, т.е. люди, являются главной составляющей любого работающего объекта.

Следовательно, эвакуация людей, в случае возникновения чрезвычайных ситуаций, как составляющая функции безопасности, рисунок 1.1, нуждается в обосновании и расчёте.

В рамках магистерской диссертации руководство Новокуйбышевского НПЗ поручило рассчитать эвакуацию людей с одного из объекта промышленного здания.

Для определения параметров надежности эвакуации людей с объекта и оценки вероятности отказа применялась методика: на прямой откладывалось распределение расчетного времени эвакуации людского потока и необходимое время эвакуации людского потока.

Метод численной линеаризации использовался для вычисления параметров вероятности отказа и параметров надежности эвакуации людского потока.

Расчет происходил поэтапно.

Первоначально определялись: статистическая характеристика расчетного времени эвакуации людского потока (t_p) и необходимое время эвакуации людского потока ($t_{нб} = 5$ минут), затем осуществлялось построение распределений этих характеристик.

При этом должно выполняться условие: нельзя чтобы время эвакуации людского потока было бы меньше чем обеспечение безопасной эвакуации людского потока из отдельных помещений и объекта, и характеристики расчетного времени эвакуации людского потока.

На следующем этапе анализировались статистические характеристики распределений расчетного времени эвакуации людского потока и необходимое время эвакуации людского потока, затем вычислялись:

- функция композиций распределений необходимого и расчетного времени эвакуации: $\Psi = t_{нб} - t_p$;

- оценка вероятности отказа (Q); параметров надежности (W) эвакуации людского потока, рисунок 2.4.

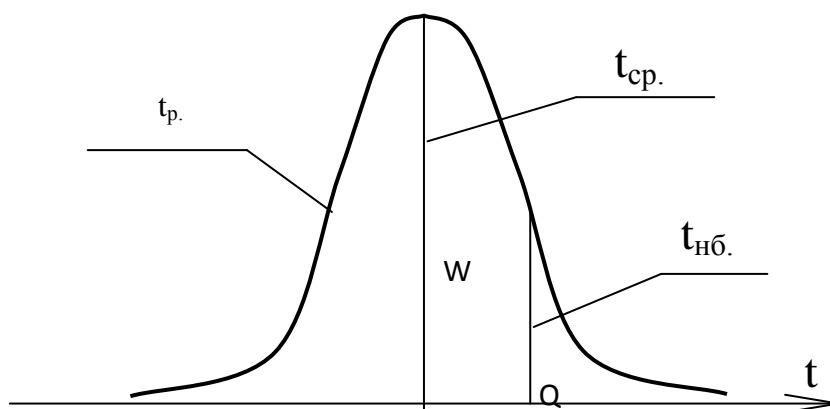


Рисунок 2.4 – Распределение функции и определение параметров надёжности

Устанавливаем расчетное время эвакуации по расчету характеристик времени движения нескольких людских потоков или одного потока через соответствующие эвакуационные выходы.

При этом всё движение людского потока делим на участки длиной l_i и шириной δ_i . Таким, образом, фактическое время эвакуации людского потока - это расчетное время в течение которого весь людской поток будет эвакуирован с объекта.

Благодаря этому на исследуемом объекте был найден такой путь эвакуации людского потока, при котором за максимальное значение времени эвакуации людского потока приняли расчетное значение.

Расчетное время эвакуации людского потока находилось из суммы: время движения людского потока на отдельных участках пути эвакуации формул 2.5:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i \quad (2.5)$$

где t_1 – временная характеристика на начальном участке движения людского потока, мин;

t_2, t_3, \dots, t_i - временная характеристика на всех последующих участках движения людского потока, мин.

Временная характеристика на начальном участке движения людского потока определялась по формуле 2.6:

$$t_1 = l_1 / v_1 \quad (2.6)$$

где v_1 - значение на первоначальном участке по горизонтальному пути скорости движения людского потока, которое определялось в зависимости от плотности людского потока D_1 .

Характеристика плотности людского потока на первоначальном участке пути в зависимости от плотности D_1 , имеющем длину l_1 и ширину δ_1 , определялась при помощи формулы 2.7:

$$D_1 = N_1 \cdot f / l_1 \cdot \delta_1 \quad (2.7)$$

где N_1 - количество людей на первоначальном участке, чел.

f - средняя площадь горизонтальной проекции человека, m^2 .

Значение скорости движения людского потока на всех последующих участках пути, определялось в соответствии со значениями интенсивности движения людского потока [4,5]. Интенсивность движения людского потока вычислялась по формуле 2.8:

$$q_i = q_{i-1} \cdot \delta_{i-1} / \delta_i \quad (2.8)$$

где δ_i, δ_{i-1} - ширина анализируемого i и предшествующего $i-1$ участков пути, м;

q_i, q_{i-1} - величины интенсивности движения людского потока по анализируемому i и предшествующему $i-1$ участкам пути, м/мин.

Если значение величины интенсивности движения людского потока, определенное по данной формуле, было меньше или равно значению q_{max} (значения показателя определялись по нормативным документам), то временная

составляющая движения людского потока по определённому участку пути определялась по формуле 2.9:

$$t_i = l_i / v_i \quad (2.9)$$

Если значение величины интенсивности движения людского потока было больше его максимального значения, то ширину данного участка пути увеличивали на такую величину, чтобы выполнялось условие 2.10:

$$q_i \leq q_{\max} \quad (2.10)$$

Если условие 2.10 не выполняется - принимаем значение $D \geq 0,9$.

В действительности, очень часто возникает такая ситуация, что людские потоки при движении соединяются.

Интенсивность движения людского потока определяется следующим образом, формула 2.11:

$$q_i = \sum q_{i-1} \cdot \delta_{i-1} / \delta_i \quad (2.11)$$

Воспользовавшись данной методикой оценки времени эвакуации людей из зданий и сооружений, можно получить его распределение, в этом состояла одна из основных задач, затем была произведена оценка вероятности отказа и надежности эвакуации.

Наряду с этим применялись как постоянные, так и переменные параметры.

Переменный параметр – это такой параметр, который наиболее сильно подвержен изменению своих характеристик.

Таковыми параметрами в магистерской диссертации являлись скорость движения людского потока по отдельным участкам эвакуации.

Они зависят от изменения плотности людского потока, которая, в свою очередь, зависит от изменения: на первом участке: N_1 и f ; на последующих участках: q .

Коэффициент вариации скорости людского потока находился на уровне 5-55 %, таблица 2.2.

Таблица 2.2

Горизонтальный путь				
Интенсивность, м/мин.	Плотность, м ² /м ²	Скорость, м/мин.	Стандарт ск., м/мин.	К-т. вар. скор., %
1,57	0-0,1	78,3	38,2	48,7
6,35	0,1-0,2	52,9	29,5	55,7
8,21	0,2-0,3	37,3	18,3	49,0
9,12	0,3-0,4	28,5	12,1	42,4
9,99	0,4-0,5	23,8	11,2	46,9
11,0	0,5-0,6	21,2	9,75	46,0
12,0	0,6-0,7	19,4	5,68	29,3
12,4	0,7-0,8	17,2	4,48	26,1
11,8	0,8-0,9	14,4	3,31	23,0
9,68	>0,9	10,5	2,10	20,0
Проемы				
Интенсивность, м/мин.	Плотность, м ² /м ²	Скорость, м/мин.	Стандарт ск., м/мин.	К-т. вар. скор., %
1,84	0-0,1	91,7	44,7	48,7
7,9	0,1-0,2	65,9	36,7	55,7
10,6	0,2-0,3	48,2	23,6	49,0
11,8	0,3-0,4	36,9	15,6	42,4
12,5	0,4-0,5	29,8	14,0	46,9
13,0	0,5-0,6	25,1	11,5	46,0
13,3	0,6-0,7	21,4	6,27	29,3
13,0	0,7-0,8	18,1	4,72	26,1
12,3	0,8-0,9	15,0	3,45	23,0
10,5	>0,9	11,4	2,28	20,0
Лестница вниз				
Интенсивность, м/мин.	Плотность, м ² /м ²	Скорость, м/мин.	Стандарт ск., м/мин.	К-т. вар. скор., %
1,17	0-0,1	58,8	28,6	48,7
5,86	0,1-0,2	48,8	27,2	55,7
8,30	0,2-0,3	37,7	18,5	49,0
9,04	0,3-0,4	28,2	12,0	42,4
8,81	0,4-0,5	21,0	9,85	46,9
7,94	0,5-0,6	15,3	7,04	46,0
6,81	0,6-0,7	11,0	3,22	29,3
5,83	0,7-0,8	8,11	2,12	26,1
5,43	0,8-0,9	6,63	1,52	23,0
5,38	>0,9	5,40	1,08	20,0

Продолжение Таблицы 2.2

Лестница вверх				
Интенсивность, м/мин.	Плотность, м ² /м ²	Скорость, м/мин.	Стандарт ск., м/мин.	К-т. вар. скор., %
1,08	0-0,1	54,0	26,3	48,7
4,65	0,1-0,2	38,8	21,6	55,7
5,66	0,2-0,3	25,7	12,6	49,0
6,32	0,3-0,4	19,8	8,40	42,4
7,43	0,4-0,5	17,7	8,30	46,9
8,53	0,5-0,6	16,4	7,54	46,0
9,17	0,6-0,7	14,8	4,34	29,3
8,95	0,7-0,8	12,4	3,24	26,1
8,51	0,8-0,9	10,4	2,39	23,0
7,64	>0,9	8,30	1,66	20,0

Примечания: В данной таблице приводятся сведения о средних значениях величин при аварийном движении людского потока.

Методика определения расчетного времени эвакуации была включена в виде подпрограммы в программу расчета статистических характеристик сложных функций методом численной линеаризации, с помощью которого было получено распределение t_p и Ψ (методика определения этих параметров описана в начале раздела).

Зная параметры статистических характеристик функции Ψ , возможно определить вероятность отказа эвакуации потока людей и их надежность. В первую очередь в магистерской диссертации было определено значение «характеристики безопасности»: $\gamma = \Psi / \sigma_\Psi = 6,8/24,6 = 0,278$, а после этого были вычислены значения функции Лапласа $F(\gamma) = 0,109$, формула 2.12.

$$F(\gamma) := \frac{\int_0^{\gamma} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt}{\sqrt{2\pi}} \quad (2.12)$$

Получив нормальное распределение расчетного времени эвакуации людского потока, было рассчитано значение вероятности отказа, используя следующую зависимость, формула 2.13:

$$Q = 0,5 - F(\gamma) \quad (2.13)$$

где $F(\gamma)$ - значение функции Лапласа.

Значения вероятности отказа (Q) и надежности (W) эвакуации людского потока представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Вероятность отказа и надежность эвакуации.

Параметр	Величина
Вероятность отказа, %	39,1
Надежность, %	60,9

Вероятность отказа оказалась равна: $Q_{\text{эвак.}} = 1 - W_{\text{эвак.}} = 1 - 0,6 = 0,4 = 40 \%$, а соответствующая ему надежность эвакуации в промышленном здании равна 60 %.

2.3 Оценка эффективности имеющейся системы противопожарной защиты на объекте Новокуйбышевский НПЗ

По заданию руководства Новокуйбышевского НПЗ в рамках магистерской диссертации была произведена оценка эффективности имеющейся системы противопожарной защиты на исследуемом объекте.

Определим необходимость систем противопожарной защиты рассматриваемого объекта на основе следующих условий.

Условие 1

Пожар может произойти в случае, если при наличии критической массы горючего вещества и источника зажигания, энергетика и время воздействия источника зажигания будут такими, что горючее вещество с определенными пожароопасными свойствами воспламенится, формула 2.14 [20].

$$\begin{aligned} Q_{\text{подв.}} &> Q_{\text{отв.}} \\ Q_{\text{подв.}} &= f(E_{\text{и.з.}}; \tau) \\ Q_{\text{отв.}} &= f(m) \end{aligned} \tag{2.14}$$

Условие 2

В случае пожара, представляющего угрозу людям, при оценке возможностей средств обнаружения и сообщения о пожаре, необходимо учитывать время наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара, время обнаружения и сообщения о пожаре и время эвакуации людей в безопасную зону». Это положение можно представить в виде формулы 2.15.

$$0 < \frac{\tau_{\text{обн.}}}{\tau_{\text{кр.}} - \tau_{\text{эв.}}} \leq 1 \tag{2.15),}$$

где $\tau_{\text{обн.}}$ – время обнаружения пожара;

$\tau_{\text{кр.}}$ – время наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара;

$\tau_{\text{эв.}}$ – время эвакуации людей в безопасную зону.

Таким образом, эвакуация людей из складской части возможна, а из коридоров промышленной зоны нет. В этом случае, предлагаем мероприятия, исключающие возникновение горения [36-18]. Таким мероприятием является исключение горючей нагрузки из коридоров исследуемого объекта. Для предотвращения распространения продуктов горения из помещений в коридоры. Двери помещений, выходящих в них выполняются не ниже класса «А» по параметру воздухопроницаемости.

Условие 3

В случае пожара, представляющего угрозу людям, при оценке возможностей его ликвидации первичными средствами пожаротушения и установками пожаротушения, необходимо учитывать время наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара, время обнаружения и сообщения о пожаре, время, необходимое для использования первичных средств пожаротушения, и время эвакуации людей в безопасную зону» [23-25]. Это положение можно представить в виде формулы 2.16.

$$0 < \frac{\tau_{п.с.}}{\tau_{кр.} - (\tau_{эв.} + \tau_{обн.})} \leq 1 \quad (2.16),$$

Где $\tau_{п.с.}$ - время для использования первичных средств пожаротушения (ручных).

Из проведённых расчётов следует, что возможность использования первичных средств пожаротушения имеется только в помещении склада. Безопасное время использования составляет 9,7 минут.

Условие 4

В случае пожара, представляющего угрозу людям, чужому имуществу и окружающей среде, при оценке возможностей предотвращения его распространения, необходимо учитывать время наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара, время обнаружения и сообщения о пожаре, время эвакуации людей в безопасную зону, расстояние между зданиями, сооружениями, технологическим оборудованием, горючим сырьем и материалами, наличие противопожарных преград, их огнестойкость и дымонепроницаемость.

Это положение можно представить в виде формулы 2.17.

$$0 < \frac{\tau_{обн.} + \tau_{эв.}}{\tau_{кр.} + \tau_{огн.}} \leq 1 \quad (2.17),$$

где: $\tau_{кр.}$ – время наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара;

$\tau_{обн.}$ - время обнаружения пожара, мин.;

$\tau_{эв.}$ - время эвакуации людей в безопасную зону, мин.;

$\tau_{огн.}$ – предел огнестойкости противопожарных преград, мин.

Поскольку люди успевают эвакуироваться до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара, то в применении мер, дополнительно сдерживающих распространение пожара нет необходимости [31]. При этом, повреждение имущества следует рассматривать в соответствии с гражданским законодательством как предпринимательский риск собственника этого имущества.

В случае пожара, представляющего угрозу людям, чужому имуществу и окружающей среде, при оценке противопожарной устойчивости зданий и сооружений, необходимо учитывать время наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара, время обнаружения и сообщения о пожаре, время эвакуации людей в безопасную зону, наличие противопожарных преград, их огнестойкость и дымонепроницаемость, огнестойкость несущих конструкций зданий и сооружений.

Это положение можно представить в виде формулы 2.18.

$$0 < \frac{\tau_{\text{обн.}} + \tau_{\text{эв.}}}{\tau_{\text{кр.}} + \tau_{\text{огн.зд.}}} \leq 1 \quad (2.18),$$

где: $\tau_{\text{кр}}$ – время наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара;

$\tau_{\text{обн}}$ - время обнаружения пожара, мин.;

$\tau_{\text{эв}}$ - время эвакуации людей в безопасную зону, мин.;

$\tau_{\text{огн}}$ – предел огнестойкости противопожарных преград, мин.;

$\tau_{\text{огн.зд}}$ – предел огнестойкости несущих конструкций зданий, мин.

Поскольку люди выходят за время, не более 15 минут, то для конструкций здания можно назначить огнестойкость не более данного значения [26,29].

При этом, повреждение имущества рассматривается как предпринимательский риск собственника этого имущества.

Условие 6

В случае пожара, представляющего угрозу людям, чужому имуществу и окружающей среде, при оценке тактико-технических возможностей его тушения подразделениями пожарной охраны, необходимо учитывать время наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара, время обнаружения и сообщения о пожаре, время эвакуации людей в безопасную зону, наличие противопожарных преград, их огнестойкость и дымонепроницаемость, огнестойкость несущих конструкций зданий и сооружений, наличие источников водоснабжения с необходимыми расходами воды для целей пожаротушения, наличие необходимой пожарной техники, а также наличие необходимого количества пожарных и их квалификацию [52-54].

Это положение можно представить в виде формулы 2.19.

$$0 < \frac{\tau_{\text{обн.}} + \tau_{\text{эв.}} + \tau_{\text{б.р.}} + \tau_{\text{туш.}}}{\tau_{\text{кр.}} + \tau_{\text{огн.}} + \tau_{\text{огн.зд}}} \leq 1$$

(2.19)

Время прибытия и развёртывания первого пожарного подразделения составляет 12 минут. Прибывшее подразделение способно подать стволы с общим расходом 14,8 л/с. С учётом требуемой интенсивности подачи вода площадь пожара, которую подразделение способно локализовать составляет не более 70 м².

Критическое время введения огнетушащих веществ первым подразделением составляет 6 мин [32,33,57]. После этого времени необходимо прибытие не менее четырёх пожарных подразделений. Расход воды на

Параметры процесса эвакуации представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Параметр	Складская часть	Номер яруса			
		1	2	3	4
$\tau_{\text{кр}}$	13,670	0,954	0,495	0,710	0,710
$\tau_{\text{эв}}$	3,968	7,900	3,180	3,040	3,040

Таким образом, исследуемом объекте не соблюдаются правила установленные стандартами по пожарной безопасности по обеспечению противопожарной защиты.

3 Обоснование и определение вида и мест установки приборов мониторинга на производственной установке Новокуйбышевского НПЗ

Мониторинг технического состояния строительного фонда промышленных предприятий представляет собой систему наблюдений динамики изменения параметров конструктивных элементов с целью объективной оценки остаточного ресурса выполнения определенных функций и безопасной дальнейшей эксплуатации.

Реализация механизма мониторинга требует иерархии конструктивных элементов с приоритетным влиянием на надежность сооружения в целом. Критерии их технического состояния классифицируются по определенным показателям и, в первую очередь, характеризующим безопасность наиболее значимого элемента [35]. К таким показателям следует относить отклонения в геометрии сечений, положения в пространстве, нарушения формы сечения и структуры материала [6]. В настоящее время ГОСТом предложено вводить четыре категории технического состояния элементов строительных конструкций в зависимости от видов и степени повреждений и нарушений, а также от степени возможного дальнейшего использования. Весьма условно можно относить к критериям оценки состояния год постройки, материал несущих конструкций, территориальный признак. Более значимым в этой оценке является характеристика воздействия окружающей среды, экологической обстановки, квалификация и культура производства, а также человеческий фактор в производственном процессе [17,43]. Строгое выполнение регламента производства, подкрепленное ответственностью, является важным фактором, способствующим снижению риска эксплуатации объектов, длительно работающих [47]. Стратегия повышения безопасности в виде регулярной экспертизы промышленной безопасности объектов, поднадзорных службам, введенная в конце 90-х гг., является прообразом мониторинга. Поскольку

контроль с регулярной периодичностью в несколько лет позволяет более вероятно обнаружить ослабленные участки сооружения, становится возможным своевременно принять меры для безопасной эксплуатации строительного фонда предприятия. Внедрение мониторинга в виде постоянной системы наблюдений за техническим состоянием конструкций с учетом особенности конкретного производства позволит определить приоритеты первоочередных работ на стадии текущих обслуживания и ремонта. Особое внимание к разработке составляющих мониторинга следует обращать на объекты, подверженные комплексным воздействиям, например, нефтехимических отраслей, где строгое соблюдение периодичности наблюдений и своевременное устранение нарушений является основой безаварийного производства. Для проведения экспертных обследований на каждом объекте необходимо иметь перечень очередности во всей системе предприятия проверки состояния одноэтажных зданий с учетом их энергонагруженности, т. е. потенциальной опасности [12-14].

В качестве объекта исследования в магистерской диссертации была выбрана производственная установка Новокуйбышевского нефтеперерабатывающего завода.

Технология нефтепереработки связана с наличием углеводородов, отличающихся взрывопожароопасностью и высокой температурой горения [22]. В магистерской диссертации рассмотрены последствия пожара на наружной установке (возгорание произошло на наружной установке).

Сборные железобетонные конструкции и стены из керамического кирпича получили значительные нарушения целостности элементов. Особенно пострадали несущие конструкции каркаса и перекрытия на отметке +7,200 м. Проведенное обследование позволило обнаружить наиболее поврежденные участки объекта, определить техническое состояние строительных конструкций и, в зависимости от степени их повреждений, установить очередность восстановления с разработкой мероприятий по обеспечению безопасности и возможности дальнейшей эксплуатации [19,59]. Предложенные мероприятия

были реализованы, что позволило ввести объект в эксплуатацию в короткие сроки.

Технологическая установка представляет собой несущий железобетонный каркас, имеющий три яруса высотой 16,8 м, верхний ярус выполнен из металлического каркаса. Снаружи имеется установка, предназначенная для расположения магистрального трубопровода с последующей транспортировкой и технологического оборудования (отметки 0,0; 7,0; 13,0 м). Элементы в составе исследуемого объекта в своей конструктивной части соответствуют проектным данным. В первом ярусе располагаются насосы для перекачивания продукции, главным составляющим которых является углеводород, обладающий повышенной взрывоопасностью и высокой температурой горения (до 1200 °С) [44], вследствие чего и произошло возгорание. Характер повреждений представлен на рисунке 3.1.

Был проведён опрос работников завода с целью получения информации о причинах возгорания на данном объекте, были изучены представленные материалы, был осуществлён визуальный осмотр зоны возгорания (оси А-Г, 13-17). В ходе обработке полученной информации оказалось, что исследуемый объект занимает очень важное место в технологической базе предприятия. Были изучены акты пожара, воспользовавшись признаками воздействия температуры на материалы конструкций, была составлена схема зонирования возгораний [56].

Несущие конструкции первого яруса и перекрытия над ним получили наибольшие повреждения. В осях 14-16, А-Б (отметка 7,0 м) размещены на плитах перекрытия (при этом имея собственный фундамент) в зоне обследования четыре технологических аппарата. Аппараты требовали замены, так как сильно пострадали. Под действием высоких температур связи жесткости, выполненные из металла, сильно деформировались их требовалось заменить. Несущие конструкции колонн также подверглись воздействию огня, арматура на локальных участках по осям 14/Б, 15/А и 15/Б - оголена. В ригелях перекрытия наблюдаются: нарушение структуры бетона, разрыв отдельных хомутов, отслоение защитного слоя.



Рисунок 3.1 - Общий вид сооружения после огневого воздействия

По аналогии были обнаружены повреждения и в плитах перекрытия. На рисунке 3.2. приведена схема выхода из строя первого яруса объекта в части несущих конструкций. Кирпичная перегородка разрушена на 50 % (ось 13), следовательно она подлежит замене. Прочность бетона была определена неразрушающим методом, при помощи прибора ОНИКС-2.5 (измеритель прочности строительных материалов) [34], который используют для определения фактической несущей способности строительных конструкций. В осях 14/А и 15/А прочность бетона снизилась на 30-40 % в поврежденных конструкциях первого яруса.

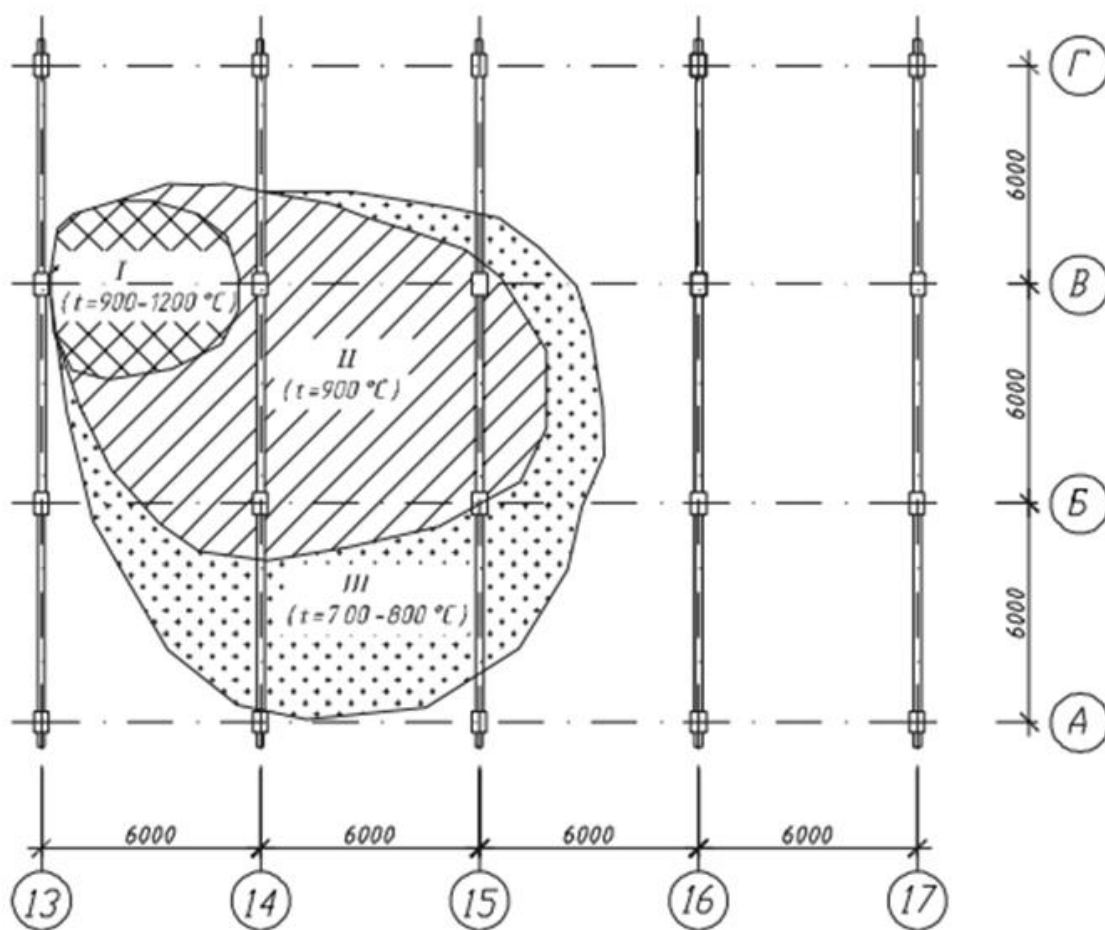


Рисунок 3.2 - Карта повреждений несущих конструкций первого яруса

Для запуска технологической линии производства были сформулированы следующие этапы, при минимальных затратах времени на восстановление несущих конструкций.

На первом этапе были разработаны способы усиления несущих строительных конструкций в виде металлических рам.

Второй этап - это замена элементов перекрытия. Плиты перекрытия работают совместно с бетонным полом, несут внешнюю нагрузку, несмотря на потерю прочностных характеристик бетона (толщина которого по данным обследования достигает до 150 мм). Была разработана схема установки нового оборудования на существующие фундаменты, с учетом усиления существующих конструкций плит перекрытия и пола. Плиты усиливались металлическими обоями, колонны пропитывались специальным огнезащитным составом, с последующим усилением металлическими обоями, две плиты были заменены, так же, как и связи жёсткости по оси 13 была заменена кладка кирпичной стены, рисунок 3.3.



Рисунок 3.3 - Вид на первый ярус сооружений, подверженных длительному воздействию огня

Производственная линия заработала, благодаря организации перечисленных мероприятий.

Для выполнения непрерывного мониторинга строительных конструкций, в соответствии с темой магистерской диссертации были рассмотрены вопросы по

разработке рекомендаций связанных с установкой датчиков за контролем технического состояния несущих конструкций сборных каркасных железобетонных зданий.

Рациональными и надёжными средствами мониторинга за состоянием конструкций, способы и места их измерений определялись при помощи анализа реальной работы несущих конструкций зданий и технических этажерок.

Оптимальные и надёжные ресурсы мониторинга технических систем, места и методы их установки для проведения измерений на конструкциях определялись по исследованиям прочностных характеристик конструкций объекта - промышленных этажерок.

Эксплуатационные работы - одна из главных составляющих системы мониторинга деформационных процессов объектов [10,11].

Система наблюдения, неразрушающий контроль – это мониторинг технического состояния объектов, который проводится регулярно по определённой программе.

Мониторинг позволяет оценивать напряжённо-деформированное состояние конструктивных элементов объектов, разработать необходимые меры для предотвращения негативных последствий, спрогнозировать развитие деформаций для своевременного определения их критических значений и определения основных причин.

Причиной изменения работоспособности отдельных элементов, является влияние факторов окружающей среды на работоспособность элементов и конструкций зданий, что проявляется в виде воздействия на интенсивность протекания процессов [21].

Отрицательное воздействие факторов может быть снижено или полностью исключено при принятии рациональных конструктивных решений.

Система мониторинга – это совокупность технических и технологических средств, предназначенных для обработки собранной информации (для каждого конкретного объекта), а также для измерения и регистрации параметров.

В качестве объекта исследования в магистерской диссертации рассматривается Новокуйбышевский нефтеперерабатывающий завод.

Конструктивная безопасность данного сооружения определяется при помощи детерминированной системы с применением вероятностных методов.

В эксплуатационный период на исследуемом объекте преобладают средовые и силовые воздействия и их составляющие гигрометрические и температурные.

С применением систем мониторинга на исследуемом объекте возможно фиксирование внезапных негативных воздействий с регистрацией причин вызывающих эти изменения.

В процессе проведения мониторинга на данном объекте будет возможно:

- выявить эксплуатационные факторы, наиболее сильно влияющих на деградацию сооружения;
- наблюдение и определение “опасных” зон сооружений, что может помочь зафиксировать внезапные негативные изменения поведения;
- определение возможности принятия эффективных решений в случае получения информации о негативных изменениях.

Знание параметров работоспособности конструктивных элементов, оказывающих воздействие на работоспособность объекта в целом в определенном режиме эксплуатации, влияет на процесс проектирования технических устройств и планирование для них профилактических мероприятий.

Аналитические методы не позволяют получить зависимость описывающую работоспособность большинства конструктивных элементов, потому что воздействия на них носят случайный и неопределенный характер, а недостаточные знания физической природы протекающих процессов, являются причиной потери работоспособности конструкций и объекта в целом. Следовательно, статистический метод наилучшим образом подходит для

описания и расчётов значений характеристик работоспособности конструктивных элементов.

Основная задача, поставленная в магистерской диссертации, состояла в формировании рекомендаций, с помощью которых будут измеряться деформации объекта.

Назначение измерений деформаций – это контроль за перемещениями несущих конструкций и возможными проявлениями сверхнормативных нагрузок.

Деформации могут носить кратковременный и сезонный характер.

Расстановка приборов должна осуществляться с возможностью определения отклонений от вертикали, обусловленные естественным и искусственным происхождением.

Естественные причины – это ветер, неравномерный прогрев солнцем конструкций и другие характеристики, влияющие на деформационную составляющую объекта.

Искусственные причины – это крановая нагрузка, неравномерное давление на отдельные конструкции и т.п.

Нагрузки, действующие на элементы конструкции, делятся на статические (или постоянные) и динамические (или временные, подразделяются на длительного и кратковременного воздействия)

Постоянные нагрузки – собственный вес несущих и ограждающих конструкций, давление грунта, предварительное напряжение

Временные длительные нагрузки – вес стационарного технологического оборудования, вес складированных материалов в хранилищах, давление газов, жидкостей и сыпучих материалов в емкостях и т.д.

Кратковременные нагрузки – нормативные нагрузки от снега, ветра, подвижного подъемно-транспортного оборудования, массы людей, животных и т.п.

Статические нагрузки действуют в данном положении постоянно. Их часто называют гравитационными, поскольку они направлены по вертикали. Статические нагрузки почти не изменяются в течение всего времени работы конструкции (например, давление ферм на опоры).

Динамические нагрузки действуют непродолжительное время. Их возникновение связано в большинстве случаев с наличием значительных ускорений и сил инерции.

Динамические нагрузки могут возникать, исчезать и изменять место своего приложения. Динамические нагрузки создают люди в зданиях, грузовые автомобили на мосту, станки в цеху, гидротурбина в машинном зале ГЭС.

Такие более или менее упорядоченные динамические нагрузки нетрудно определить, но есть и другие динамические нагрузки, которые невозможно достоверно оценить заранее, например, обусловленные ударами, землетрясениями. В этих случаях используются специальные методы прочностного расчета и коэффициенты запаса.

На объектах с каркасной конструктивной системой приборную базу следует размещать на несущих конструкциях - колоннах внутри и по всему периметру объекта [12].

Ещё одна задача в данной магистерской диссертации - задача мониторинга – слежение за креном (наклоном) объекта (блок колонн – приложение А).

В работе - инклинометры объединили в измерительную сеть, дополнили акселерометром и установили на верхней части колонн.

Инклинометры, установленные на железобетонные колонны, способны регистрировать любые, даже небольшие изменения объекта - его деформацию, а инклинометры установленные в составе измерительной сети — способны регистрировать крен основной оси здания, как в период ведения строительных работ, так и в эксплуатационный период [1,8,9].

Расположение необходимых приборов представлено на рисунке 3.4.

В нашей климатической зоне необходимо следить за снегозаносимостью, зависящей от направления преобладающих ветров в регионе. Во время атмосферных осадков - снежного бурана или метели, как правило снежинки подхватываются ветром и переносятся на подветренную сторону объекта, как следствие снега с одной стороны меньше, с другой - больше.

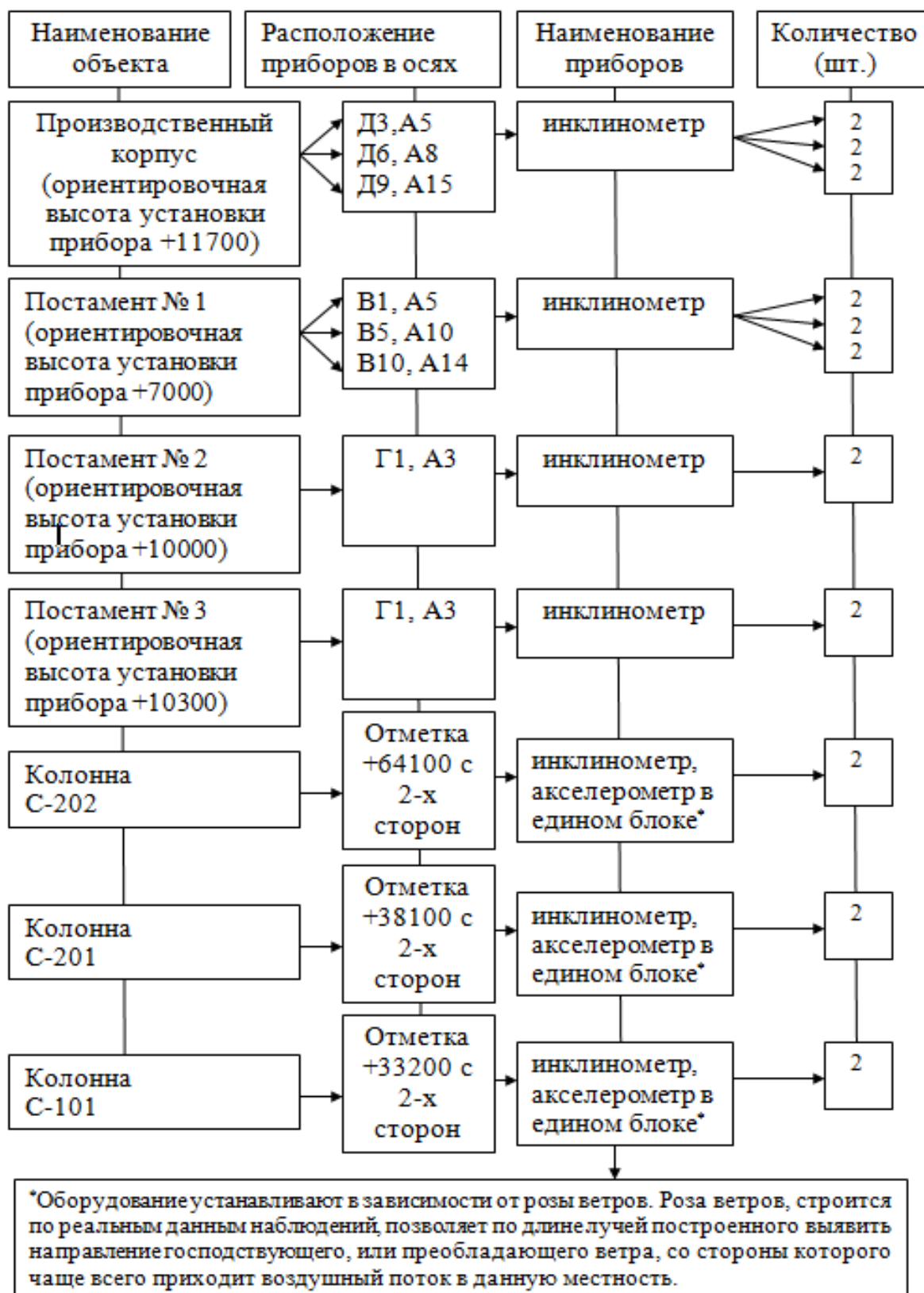


Рисунок 3.4 – Расположение и наименование приборов при мониторинге НПЗ

Направление ветра напрямую влияет на увеличение или уменьшение снеговых нагрузок. Это служит ещё одним аргументом для устройства инклинометров и акселерометров в единый блок, с расположением их с двух сторон (схема расстановки приборов представлена в приложении А).

Необходимо учитывать, что в верхней части любого объекта проявляются три силы: с наветренной стороны - две касательные, с подветренной стороны - подъемная сила, возникающая из-за разности давления воздуха. Эти силы способны опрокинуть и разрушить сооружение.

Такие явления происходят в результате давления бокового ветра, в результате чего воздушный поток соприкасается в верхней части объекта с покрытием и сбоку – со стеной. Около стены возникает завихрение потока, частично уходящий вниз к основанию, а оставшийся поток по касательной стремится ударить в верхнюю часть объекта. Этот ветровой поток, атакует верхнюю часть сооружения, огибает по касательной и с подветренной стороны и стремится прочь, захватывая при этом спокойные молекулы воздуха.

Третья сила, возникает от давления ветра, воздействует на сооружение перпендикулярно, стремится сломать и вдавить его.

Чтобы определить эти явления по торцам и внутри исследуемого объекта рекомендуется устанавливать инклинометры (схема расстановки приборов представлена в приложении А).

Современной технологией, которая использовалась в магистерской диссертации, было предусмотрено использование инклинометров, акселерометров. На объекте, находящемся в статическом состоянии, инклинометр измеряет угловые характеристики его пространственного расположения, рисунок 3.5. Однако на движущемся, подверженном действию вибрации, ускоряющемся объекте, показания датчика зависят также от ускорений.

Программное обеспечение системы мониторинга, осуществляет сбор данных (показания) с приборов - инклинометров, анализирует и сравнивает значения измеренных величин с расчетными (проектными) показаниями,

обеспечивает непрерывность наблюдений. Если возникнет ситуация, когда величины наклона элементов конструкций будут различны, следовательно, начали проявляться и развиваться локальные процессы деформаций сооружения.

На исследуемом объекте рекомендуется установить и инклинометры и акселерометры – двух координатные, на основе анализа приведённого выше.



Рисунок 3.5 - Инклинометры (датчики крена и угловые датчики)

Работу инклинометров можно представить следующей блок – схемой.

Инклинометры монтируют на кронштейнах на теле ядра жесткости, т.е. колонны. Инклинометры способны измерять собственный наклон по оси X и Y с точностью до 2,5 мм на 1 км и могут выдавать данные наклона в реальном режиме времени. Для обеспечения надежности измерений инклинометры располагаются на жесткой платформе или специальном креплении, устанавливаемом в точке наблюдений

Чаще всего приборы крепят винтами (шпильками). Инклинометр может иметь прижимное кольцо, которое позволяет фиксировать датчик в любом нужном положении. Штатное крепление прибора снабжено тремя юстировочными винтами, позволяющими при его монтаже быстро и точно привести прибор в рабочее (горизонтальное) положение по круглому уровню. Использовать штатное или подобное крепление особенно важно, поскольку оно не только значительно экономит время при монтаже, но и обеспечивает достоверность измеряемых углов наклона. Инклинометры, измеряют угол наклона в миллирадианах (mrad), с учетом необходимой температурной компенсации



Несомненное удобство использования единиц измерения в радианах представляется в том, что угловая величина в 1 mrad соответствует наклону поверхности в 1 мм на 1 м. Инклинометры с электрическим выходным сигналом, пропорциональным углу наклона датчика, являются сравнительно новыми приборами, доведенными до широкого промышленного применения в последние годы. Их высокая точность, небольшие размеры, отсутствие подвижных механических узлов и простота крепления на объекте делают целесообразным использовать их не только в качестве датчиков крена, но и заменять ими угловые датчики, причем не только на стационарных, но и на подвижных объектах.



Области применения инклинометров: долговременное определение положения различных высотных сооружений, плотин, стволов шахт, использование в системах горизонтирования платформ, определение величины прогибов и деформаций различного рода опор и балок.



Инклинометр спроектирован так, что имеет линейную зависимость выходного сигнала от угла наклона в одной – так называемой рабочей плоскости и практически не изменяет показания в другой (нерабочей) плоскости, при этом его сигнал слабо зависит от изменения температуры [7]. Для определения положения плоскости в пространстве используется два, расположенных под углом 90° друг к другу инклинометра.

Выпускаемые приборы охватывают диапазоны измерения углов от $\pm 2^\circ$ до $\pm 10^\circ$ – инклинометры малых углов, таблица 3.2;

от $\pm 20^\circ$ до $\pm 70^\circ$ – инклинометры средних углов, таблица 3.3;

от $\pm 90^\circ$ до $\pm 135^\circ$ – инклинометры больших углов, таблица 3.4.

Таблица 3.2 – Характеристики инклинометров малых углов

Тип прибора	ДК1-1С	ДК1-1А	ДК1-1В
Диапазон	±10°	±2°	±5°
Порог чувствительности	0,001°	0,001°	0,001°
Линейность , ±%	0,2 – 0,5	0,5 – 1,0	0,25 – 0,75
Повторяемость “0”	0,02°-0,03°	0,015°-0,02°	0,02°-0,03°
Погрешность при поперечном наклоне до 45°	±1%	±1%	±1%
Постоянная времени прибора, сек	0,1	0,1	0,1
Полоса пропускания (-3dB), Гц	3	3	3
Температурный коэффициент “0”	0,015%/°C	0,04%/°C	0,02%/°C
Температурный коэффициент наклона характеристики	0,04%/°C	0,08%/°C	0,05%/°C
Диапазон рабочих температур, °C	-40 ... +60	-40 ... +60	-40 ... +60
Тип прибора	ДК1-1СТ		ДК1-1ВТ
Диапазон рабочих температур для модификации Т, °C	-40 ... +85		-40 ... +85

Таблица 3.3 - Характеристики инклинометров средних углов

Тип прибора	ДК1-С	ДК1-А	ДК1-В
Диапазон	±60° ; ±70°	±20°; ±30°	±45°
Порог чувствительности	0,001°	0,001°	0,001°
Линейность , ±%	0,15 – 0,5	0,15 – 0,5	0,15 – 0,5
Повторяемость “0”	0,05°	0,03°	0,04°
Погрешность при поперечном наклоне до 45°	±1%	±1%	±1%
Постоянная времени прибора, сек	0,2	0,1	0,15
Полоса пропускания (-3dB), Гц	1,5	3	2
Температурный коэффициент “0”	0,01%/°C	0,01%/°C	0,01%/°C
Температурный коэффициент наклона характеристики	0,03%/°C	0,03%/°C	0,03%/°C
Диапазон рабочих температур, °C	-40 ... +60	-40 ... +60	-40 ... +60
Тип прибора	ДК1-СТ	ДК1-АТ	ДК1-ВТ
Диапазон рабочих температур для модификации Т, °C	-40 ... +85	-40 ... +85	-40 ... +85

Таблица 3.4 - Характеристики инклинометров больших углов

Тип прибора	ДК1-2В	ДК1-2А	ДК1-2С
Диапазон	±120°	±90°	±135°
Порог чувствительности	0,02°	0,01°	0,05°
Линейность , ±%	1,0 – 2,0	0,75 – 1,5	1,5 – 2,5
Повторяемость “0”	0,1°	0,05°	0,3°
Диапазон рабочих температур, °C	-40 ... +60	-40 ... +60	-40 ... +60
Тип прибора	ДК1-2ВТ	ДК1-2АТ	ДК1-2СТ
Диапазон рабочих температур для модификации Т, °C	-40 ... +85	-40 ... +85	-40 ... +85

Инклинометры на большие углы имеют худшие температурные характеристики по сравнению с инклинометрами первых двух групп. Поэтому возможность их использования в точных системах, как например, в нашем случае - Новокуйбышевский НПЗ - нежелательно.

В таблицах 3.2 – 3.4, приведены основные характеристики для датчиков, рассчитанных на рабочие температуры $-40...+60^{\circ}\text{C}$. При необходимости работать во всем "индустриальном" диапазоне температур ($-40...+85^{\circ}\text{C}$) следует использовать инклинометры, обозначаемые дополнительной буквой "Т".

Датчики этой модификации имеют несколько худшие метрологические характеристики, что заметно на малых угловых диапазонах.

Электронный блок питается от однополярного напряжения в диапазоне $5 \dots 36\text{В}$, потребляя при этом ток от 5мА до 10мА в зависимости от напряжения питания. При этом допускается пульсация питающего напряжения до 200мВ

Выходной сигнал: однополярное или двухполярное постоянное напряжение, лежащий в пределах от $0 \dots +2\text{В}$ до $0 \dots +10\text{В}$ или от $0 \dots \pm 2\text{В}$ до $0 \dots \pm 10\text{В}$ с сопротивлением нагрузки от 10кОм .

Напряжение пульсации на нагрузке - менее $0,1\%$ номинального выходного сигнала. Максимальное удаление электронного блока от контрольного пункта - до 20м .

Чувствительный элемент инклинометра выполнен в виде ампулы, установленной на печатной плате электронного преобразователя. Габариты электронного преобразователя имеют размеры $34 \times 34 \times 10\text{мм}$ или $36 \times 10\text{мм}$

Для крепления платы электронного преобразователя предусмотрены два отверстия под винт.

В настоящее время инклинометры с выходом по напряжению поставляются в металлическом корпусе, имеющем прижимное кольцо, которое позволяет фиксировать датчик в любом нужном угловом положении.

Пьезоэлектрические акселерометры – это универсальные вибродатчики. Им свойственна прочная конструкция, надежная и долговременная стабильность

параметров, широкие рабочие частотные и динамические диапазоны и линейные характеристики в этих широких диапазонах.

Пьезоэлектрические акселерометры – это активные датчики, генерирующие пропорциональные механические колебания электрические сигналы, при эксплуатации которых источники питания не требуются.

Движущие элементы конструкции в акселерометре отсутствуют, что позволяет исключить износ и обеспечивает их долговечность.

В качестве основного элемента пьезоэлектрического акселерометра используют диск из керамического поляризованного ферроэлектрического материала.

Подвергаемый действию силы (при растяжении, сжатии или сдвиге) пьезоэлектрический материал генерирует на своих поверхностях, к которым прикреплены электроды, электрический заряд, пропорциональный воздействующей силе.

Пьезоэлемент практических пьезоэлектрических акселерометров сконструирован так, что при возбуждении механическими колебаниями предусмотренная в корпусе акселерометра масса воздействует на него силой, пропорциональной ускорению механических колебаний и соответствует закону - сила равна произведению массы и ускорения.

На частотах значительно меньших резонансной частоты общей системы масса - пружина ускорение массы акселерометра идентично ускорению его основания и, следовательно, отдаваемый акселерометром электрический сигнал пропорционален ускорению воздействующих на него механических колебаний.

В результате анализа, проводимого в рамках магистерской диссертации, рассмотрели несколько видов датчиков (акселерометры, тензодатчики, выбродатчики и инклинометры).

При этом использовались следующие критерии: удовлетворение требуемого диапазона измерения, цена, возможность сопряжения с компьютером, в результате которых были сформулированы следующие выводы:

Акселерометры: диапазон измерения 1221L-005 ($\pm 400g$), диапазон рабочих температур (-55...125) и цена - 19119,90 руб. / за 1 штуку.

Такой акселерометр можно применять при использовании с контролирующими приборами.

Тензодатчики: К-Б-12А имеет предел измерений до 25т, цена - 4 340 руб. / за 1 штуку) возможно сопрягать с компьютером.

Вибродатчики: AP2031 - диапазон измеряемых ускорений - 10000 g, цена - 27360 руб. / за 1 штук), такой датчик можно подключать к компьютеру.

Инклинометры: Датчик STS-102-2 - диапазон измерения: $\pm 2^\circ$, $\pm 5^\circ$, $\pm 10^\circ$, $\pm 15^\circ$, $\pm 30^\circ$, цена 220000 / за 1штуку, такой датчик можно выбрать для объединения с компьютером.

В магистерской диссертации исследовали номенклатуру и физические принципы работы датчиков, которые используются контролем напряженно - деформированного состояния элементов конструкций Новокуйбышевского НПЗ (акселерометры, тензодатчики, вибродатчики, наклонометры и др.).

Анализирующий обзор сделан с учетом приведения характеристик приборов и выбором наиболее предпочтительных датчиков.

Разработанная система мониторинга осуществляет контроль показателей надежности объекта, основная цель - своевременное предупреждение ситуации, при которой значение регистрируемых параметров превысят их предельно допустимую величину.

3.1 Определение нормативов измерения величин, контролируемых при мониторинге

Процесс деформаций может быть описан с помощью характеристик представленных в таблице 3.5.

Таблица 3.5

Обозначение показателя	Название показателя	Определение показателя
S	Осадка	Изменение высоты контролируемой точки, определенной в двух циклах наблюдений
d_s	Разность осадок	Разность осадок контролируемых точек (характеризует неравномерность осадки)
i	Относительная разность осадок	Разность осадок контролируемых точек отнесенная к расстоянию между ними (характеризует неравномерность осадки)
$d_x d_y$	Смещения по осям координат	Изменение плановых координат контролируемой точки, определенных в двух циклах наблюдений
D	Сдвиг	Изменение положения контролируемой точки в плане
z	Невертикальность	Изменение одной из плановых координат контролируемых точек (в частной системе координат), закрепленных на разных уровнях в одной вертикальной плоскости.
d_u	Наклон	Изменение невертикальности
i	Крен	Тангенс угла наклона объекта
d_t	Раскрытие трещины	Изменение расстояния между контрольными точками, закрепленными по разным сторонам трещины
d_v	Углубление трещины	Изменение глубины трещины

Требования к точности определения деформационных характеристик окружающей существующей застройки устанавливаются на основании таблицы 3.6 (ГОСТ 24846-81).

Таблица 3.6

Типы зданий и сооружений	Класс точности определения деформационных характеристик	Ср. кв. погрешность определения деформационных характеристик (мм)	
		горизонтальных	вертикальных
Уникальные; Эксплуатируемые более пятидесяти лет; Построенные на скальных и полускальных грунтах	I	2	1
Построенные на песчаных, глинистых и других сжимаемых грунтах	II	5	2
Построенные на насыпных, просадочных, заторфованных и других сильно сжимаемых грунтах	III	10	5
Земляные сооружения	IV	15	10

Формулы для вычисления деформационных характеристик и предельных погрешностей их определения, представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7

Названия	Обозначения	Формулы для определения		Пояснения к формулам
		Деформационных характеристик	Погрешностей	
Осадка	S	$S = H_T - H_0$	$m_s = 1,4m_H$ $\Delta_s = 2,8m_H$	H - высота точки; T и 0 - номера циклов наблюдений; m - средняя квадратическая погрешность определения деформационной характеристики;

Продолжение таблицы 3.7

Названия	Обозначения	Формулы для определения		Пояснения к формулам
		Деформационных характеристик	Погрешностей	
Разность осадок	d_s	$d_s = S_n - S_k$	$m_{d_s} = 1,4m_s = 1,96m_n$ $\Delta_{d_s} = 2,8m_s = 3,2m_n$	n и k - номера точек, для которых вычисляется разность осадок
Относительная разность осадок	i	$i = \frac{d_s}{L}$	$m_{d_s} = \frac{m_{d_s}}{L}$ $\Delta_{d_s} = 2m_{d_s}$	L - расстояние между точками; Выбор контролируемых точек, для которых вычисляются относительная разность осадок, определяется конструктивными особенностями объекта мониторинга
Смещения по осям координат	d_x, d_y	$d_x = X_T - X_0$, $d_y = Y_T - Y_0$	$m_{d_x} = 1,4m_x$ $m_{d_y} = 1,4m_y$ $\Delta_{d_x} = 2,8m_x$ $\Delta_{d_y} = 2,8m_y$	X и Y - плановые координаты точек; T и 0 - номера циклов наблюдений;
Сдвиг	D	$D = \sqrt{d_x^2 + d_y^2}$	$m_d = \frac{\sqrt{d_x^2 m_{d_x}^2 + d_y^2 m_{d_y}^2}}{D}$ $\Delta_d = 2m_d$	Δ - предельная погрешность определения деформационной характеристики
Невертикальность	u	$u = U_n - U_k$	$m_u = 1,4m_U$ $\Delta_u = 2,8m_U$	n и k - номера точек верхнего и нижнего ярусов
Наклон	d_u	$d_u = u_T - u_0$	$m_{d_u} = 1,4m_u = 1,96m_U$ $\Delta_{d_u} = 2,8m_u = 3,92m_U$	T и 0 - номера циклов наблюдений
Раскрытие трещины	d_t	$d_t = t_T - t_0$	Предельные погрешности определяются на основании метрологической аттестации применяющихся средств измерений	T и 0 - номера циклов наблюдений
Углубление трещины	d_v	$d_v = v_T - v_0$		

Оценка категорий состояния объекта по внешним признакам по результатам натурного обследования технического состояния представлена в таблице 3.8.

Таблица 3.8

Категория	Состояние	Описание
IV	Аварийное и Предаварийное	Имеющиеся повреждения подтверждают о непригодности конструкций к эксплуатации, об опасности их обрушения и опасности пребывания людей в зоне размещения конструкций.
III	Неудовлетворительное	Нарушены требования действующих норм, но отсутствует опасность обрушения и угроза безопасности людей. Требуется усиление и восстановление несущей способности поврежденных конструкций.
II	Удовлетворительное	С учетом фактических свойств материалов удовлетворяются требования действующих норм, относящиеся к предельным состояниям I группы; требования норм II группы могут быть нарушены, но обеспечиваются нормальные условия эксплуатации. Требуется текущий ремонт с устранением локальных повреждений без усиления конструкций.
I	Нормальное	Реализуются требования нормативных и проектных документов с учётом условий эксплуатации. Необходимость ремонтных работ отсутствует.

Предельные дополнительные деформации объекта представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9

Наименование, конструктивные особенности здания или сооружения	Категория состояния конструкций	Предельные дополнительные деформации	
		Максимальная осадка, см	Относительная разность осадок, крен
Высокие жесткие сооружения и трубы	I	5.0	0.004
	II	3.0	0.002
	III	2.0	0.001
Жилые и промышленные одноэтажные и многоэтажные здания с полным железобетонным каркасом	I	5.0	0.0020
	II	3.0	0.0010
	III	2.0	0.0007

По высоте установки датчиков и измеряя их наклон, определяем средние отклонения верха объекта от вертикали в любой период времени.

Надежность измерений должна достигаться калибровкой каждого прибора.

Точность системы наблюдений должна устанавливаться программой измерений.

Фактические пределы измерения контролируемых при мониторинге параметров на исследуемых объектах определяются в течение года, при постоянном мониторинге конструкций, проводятся один раз в квартал.

Критерии оценки результатов измерений устанавливаются инспекторскими службами применительно к конкретному сооружению.

Использование анализируемой системы мониторинга способствует созданию прогнозных процессов при снижении несущей способности строительных конструкций, рекомендовать конструктивные и инженерные предложения по их усилению.

Оптимальное решение в магистерской диссертации было подобрано для объекта с учётом особенностей измерительного оборудования и конкретных задач мониторинга.

3.2 Внедрение на Новокуйбышевском НПЗ программно – аппаратного комплекса «Стрелец - Мониторинг»

Нефтеперерабатывающий завод - это газоопасное и пожароопасное производство, поэтому безопасная эксплуатация одна из главных составляющих таких объектов.

Сырьё для нефтеперерабатывающих заводов - нефть. Нефть обладает токсическими свойствами, при попадании на кожу человека и при вдыхании нефтяных паров - способна оказывать негативное воздействие, в виде острого отравления, сопровождающегося потерей сознания и летальным исходом.

Сырьё и продукты нефтепереработки являются взрыво- и пожароопасными горючими веществами. В технологии производства завода присутствуют вредные и опасные вещества, такие как кислота, щелочь, аммиак, хлор, сжиженный газ, сероводород, водяной пар, горячая вода. Опасность представляют и большое давление, высокая температура, опасные и вредные химические вещества.

Оборудование завода находится в высоконагретом состоянии, имеет движущиеся и вращающиеся части: ректификационные колонны, накопительные емкости, реакторы, трубопроводы, насосы, компрессоры, передаточные механизмы

Все отделы НПЗ оборудованы компьютерной техникой, что также представляет собой источник вредного воздействия на здоровье человека.

В процессе трудовой деятельности в действующих цехах и установках завода возможны такие критические ситуации, представленные в виде блок-схемы.





НПЗ - это специализированный объект, который представляет собой угрозу для непосредственного окружения.

Основное оборудование первичной переработки нефти (колонная, теплообменная аппаратура) находится на открытом воздухе, а вспомогательное (насосы, компрессоры) в специальных помещениях.

По ПУЭ помещения насосных блока АТ считаются взрывоопасными, обладают классом взрывоопасной зоны В-1а.

Аппаратура располагаемая на открытом пространстве (теплообменное, холодильное, ёмкостное, колонная) обладают классом взрывоопасной зоны В – 1г.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения и здания НПЗ относятся к категории А – взрывопожароопасная.

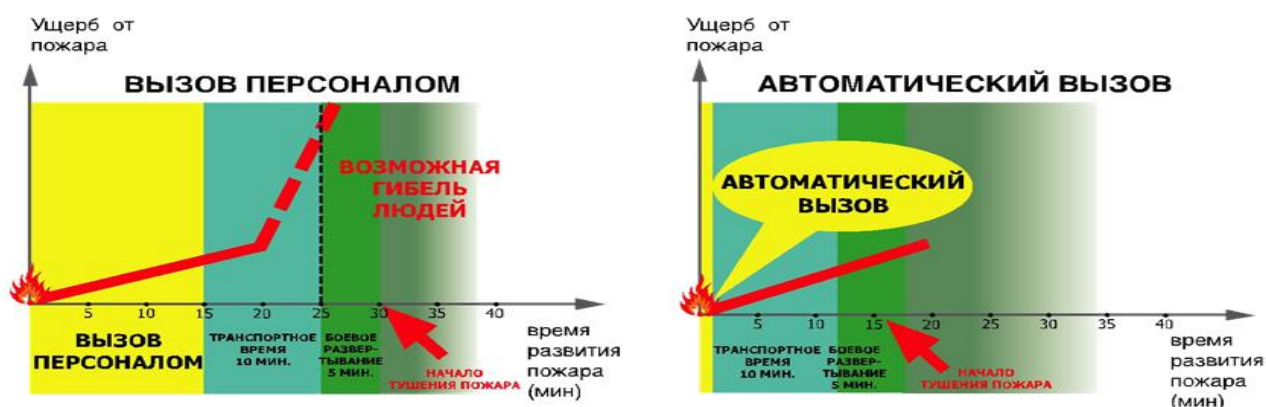
В связи с этим руководству НПЗ было рекомендовано внедрение на Новокуйбышевском НПЗ программно – аппаратного комплекса «Стрелец - Мониторинг».

Каждая минута пожара обходится бюджету России в тридцать тысяч рублей.

Через двадцать минут после начала пожара резко возрастает вероятность гибели людей.

Анализ использование двух видов сообщений о чрезвычайных ситуациях представлен на рисунке 3.5.

Трансляция сигналов оповещения МЧС на объекты наиболее надежно в условиях чрезвычайных ситуаций, может осуществляться по радиоканалам МЧС, независимых от работы аппаратуры связи общего пользования.



Даже если объект оборудован автоматической пожарной сигнализацией, обычно персонал объекта может сообщить о ЧС о пожаре на пульт дежурного «01» только по телефону. Такая задержка достигает 15 минут и более.

Вывод: профессионалы приступают к эвакуации и тушению слишком поздно.

При использовании ПАК «Стрелец-Мониторинг» передача тревожного сообщения на пульт дежурного осуществляется автоматически. Это позволяет сократить время вызова пожарного расчета до 1 минуты.

Вывод: можно вовремя людей эвакуировать и сохранить имущество.

Рисунок 3.5 - Анализ использование двух видов сообщений о чрезвычайных ситуациях

Комплекс «Стрелец - Мониторинг» способен передавать сигналы оповещения МЧС «СМС - МЧС» на защищаемые объекты. Короткое (до 60 символов) сообщение набранное на пульте МЧС, может быть доведено в течение нескольких минут до выбранных объектов. Объектовая станция «Стрелец - Мониторинг» преобразует сообщение «СМС - МЧС» в голосовое (для трансляции по системе речевого оповещения объекта) или в сообщение для индикатора «бегущая строка», рисунок 3.6.

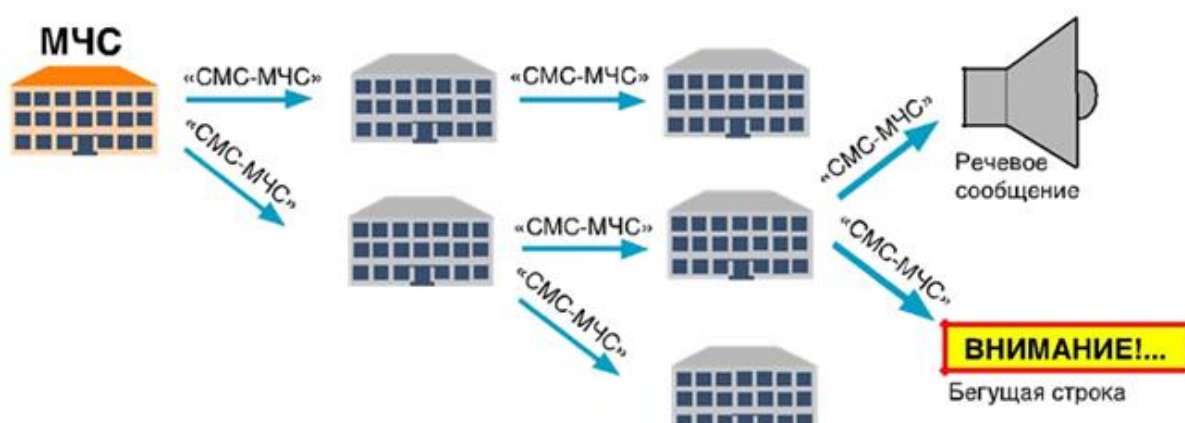


Рисунок 3.6 - Преобразование сообщений «СМС - МЧС» объектовой станцией «Стрелец - Мониторинг»

Основным сигналом связи в системе «Стрелец - Мониторинг» является двусторонний радиоканал на выделенных специально для МЧС частотах.

В качестве альтернативы можно использовать и другие каналы связи, например:

- телефонные проводные сети (формат «Contract - ID» и «Аргус - Т»);
- каналы сотовой связи GSM (в форматах "Contact-ID" и "Data CSD");
- каналы сотовой связи GPRS;
- IP-сети (Ethernet/Internet).

Общедоступные каналы связи могут иметь общеизвестные проблемы, такие как:

- Новый Год: в период проведения массовых праздников невозможно или очень трудно использовать каналы GSM связи;

- Перегруз: в случае паники в городе, когда все пытаются выяснить друг у друга о происходящем и о дальнейших действиях, пользоваться сотовыми или проводным телефоном невозможно;

- Обрыв проводов: для проводных телефонных линий и Ethernet-каналов всегда существует угроза их обрыва в случае наводнения, оползня, землетрясения, обмерзания;

- Теракт: одним из наиболее действенных средств, которое применяется всеми спецслужбами мира при ликвидации последствий террористического акта, является отключение сетей GSM связи в районе или городе.

Таким образом, применение таких средств предоставления извещений, как "автодозвон" или GSM обосновано исключительно для удаленных одиночных объектов (сельская больница, школа и т.п.).

Выделенный радиоканал применяется только для работы системы мониторинга ЧС, что позволяет прогнозировать загрузку радиоканала, в том числе и при чрезвычайных ситуациях.

Система «Стрелец-Мониторинг» обеспечивает:

- автосмену частотных каналов: защита от помех;

- автовыбор маршрута: каждый объект – ретранслятор для соседей: гарантированная доставка тревожного сообщения;

- двухсторонний обмен данными между центром мониторинга и охраняемым объектом с непрерывным контролем канала: возможность передачи спецсообщений "СМС-МЧС" из центра МЧС на объект.

Для установки системы «Стрелец-Мониторинг» на Новокуйбышевском НПЗ необходимо:

1. Установить пультовую станцию и рабочие места в дежурную службу МСЧ.

2. Установить объектовые станции на социально – значимые объекты и объекты с массовым пребыванием людей.

Системы «Стрелец-Мониторинг» обладает важной отличительной особенностью: каждая объектовая станция не только передает сигналы «Тревога» со своего объекта, но и является ретранслятором для соседних объектов. Следовательно, можно не устанавливать в городе дополнительные ретрансляторы. Это существенно повышает живучесть системы и в десятки раз снижает затраты бюджета на создание сети базовых ретрансляторов.

Структура «обычной» радиосистемы мониторинга требует обязательной установки дополнительных ретрансляторов, рисунок 3.7 [39].

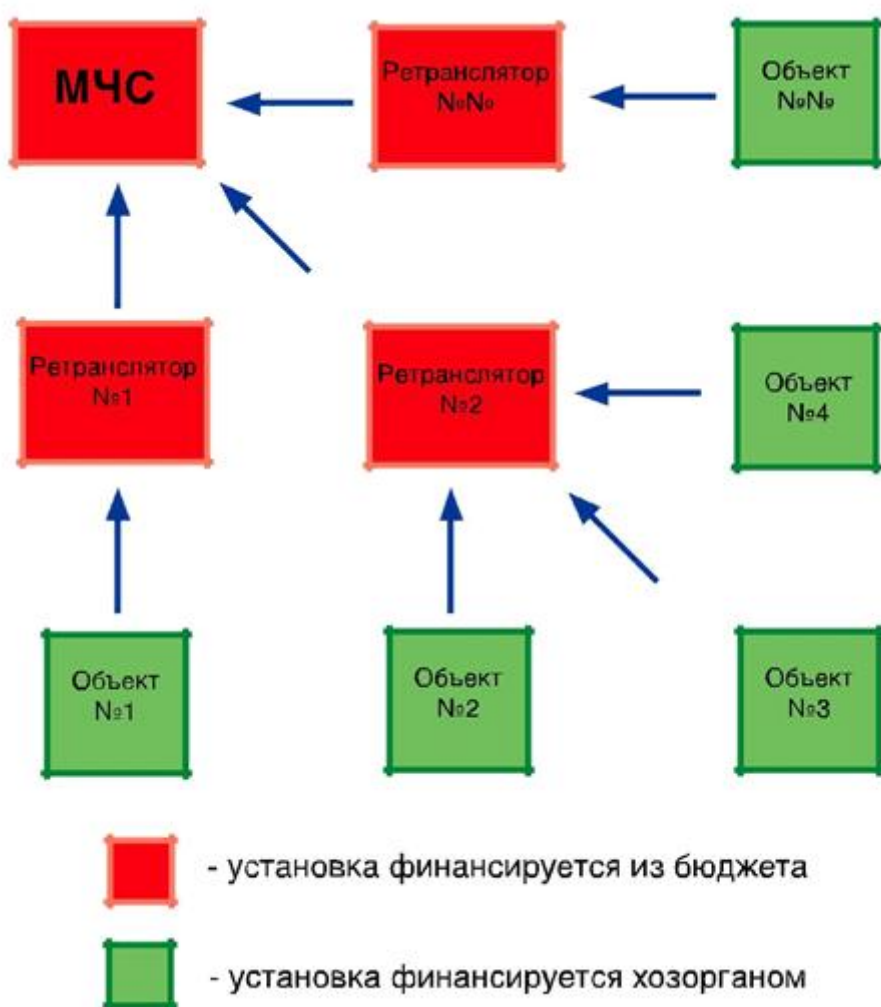


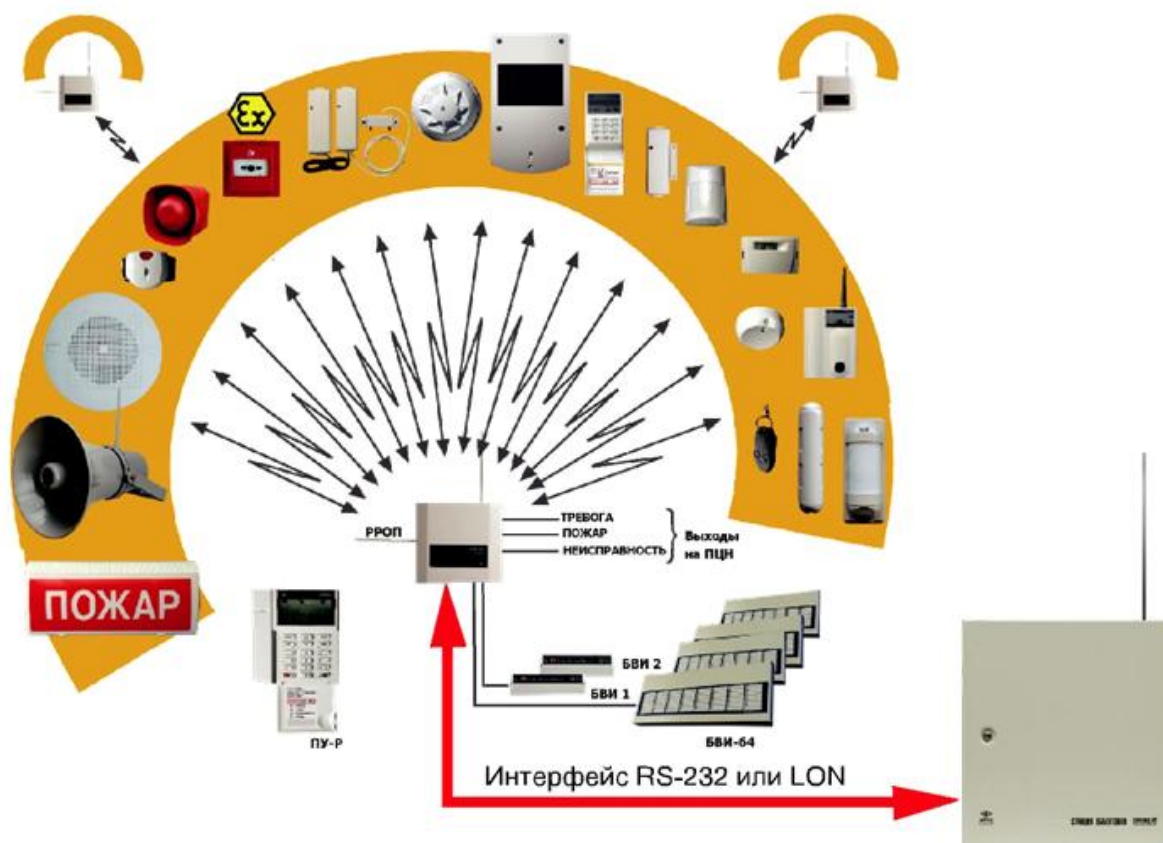
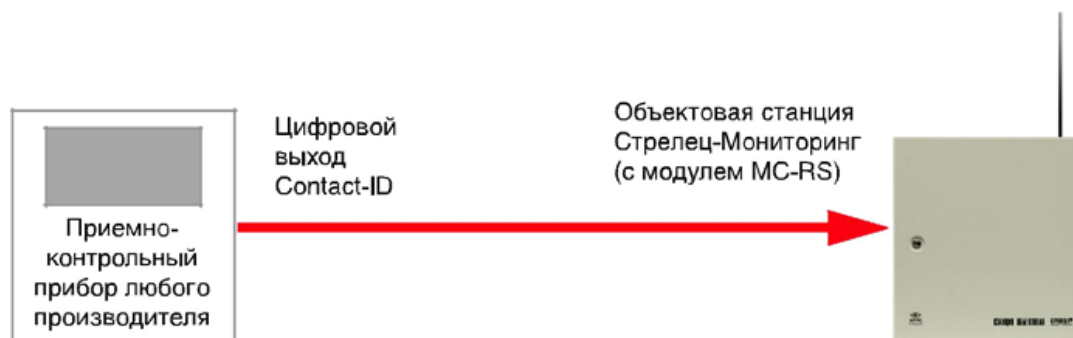
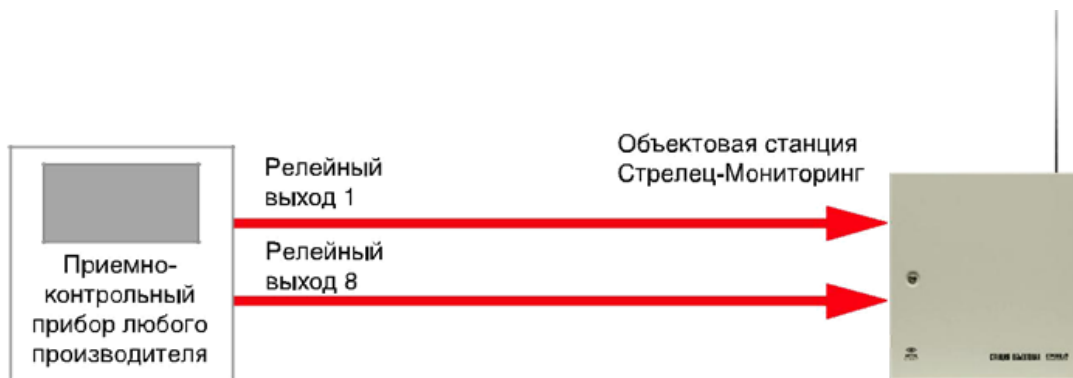
Рисунок 3.7 - Структура «обычной» радиосистемы мониторинга требует обязательной установки дополнительных ретрансляторов

Структура системы «Стрелец-Мониторинг» представлена моделью, где каждый объект ретранслятор, рисунок 3.8.



Рисунок 3.8 - Структура системы «Стрелец-Мониторинг» представлена моделью, где каждый объект ретранслятор

Способ установки системы «Стрелец-Мониторинг» к уже имеющейся на исследуемом объекте пожарной сигнализации, представлена на рисунке 3.9.



Беспроводная система пожарной сигнализации СТРЕЛЕЦ®

Рисунок 3.9 - Способ установки системы «Стрелец-Мониторинг» к уже имеющейся на исследуемом объекте пожарной сигнализации

В магистерской диссертации был проанализирован опыт внедрения системы «Стрелец-Мониторинг» в городах России, рисунок 3.10. Исследование в рамках магистерской диссертации подтвердило правильность выбора двухстороннего радиоканала на выделенных частотах. В крупных населенных пунктах с большим количеством объектов радиоканал обеспечивает надежную связь, и при этом отсутствует плата за «трафик».

Обзор статистики срабатываний показал, что минимальное количество ложных срабатываний наблюдается при оборудовании объекта беспроводной сигнализацией с двухсторонним протоколом [40,55]. В процессе эксплуатации подтверждается необходимость снижения количества ложных срабатываний сигнализации на объекте.

При выборе объектового оборудования также были проанализированы его функциональные возможности – такие как, способность выдавать сигналы «Пожар», «Неисправность» отдельно по адресам извещателей (зонам контроля).

Оценка опыта внедрения данного оборудования показала, что необходимо выбирать подходящую гибкую по функционалу систему сигнализации с заданным уровнем надёжности. Применение такого объектового оборудования при сопряжении с системой «Стрелец - Мониторинг» позволит организовать комплексную систему адресного мониторинга раннего обнаружения пожар и других чрезвычайных ситуаций на объекте.

Структура системы «Стрелец - Мониторинг» представлена на рисунке 3.11.

Комплект необходимого оборудования для Новокуйбышевского НПЗ показана на рисунке 3.12.

В магистерской диссертации был проведен анализ оборудования для использования при различных каналах связи, рисунок 3.13.



Рисунок 3.10 - Опыт внедрения системы «Стрелец-Мониторинг» в городах России,

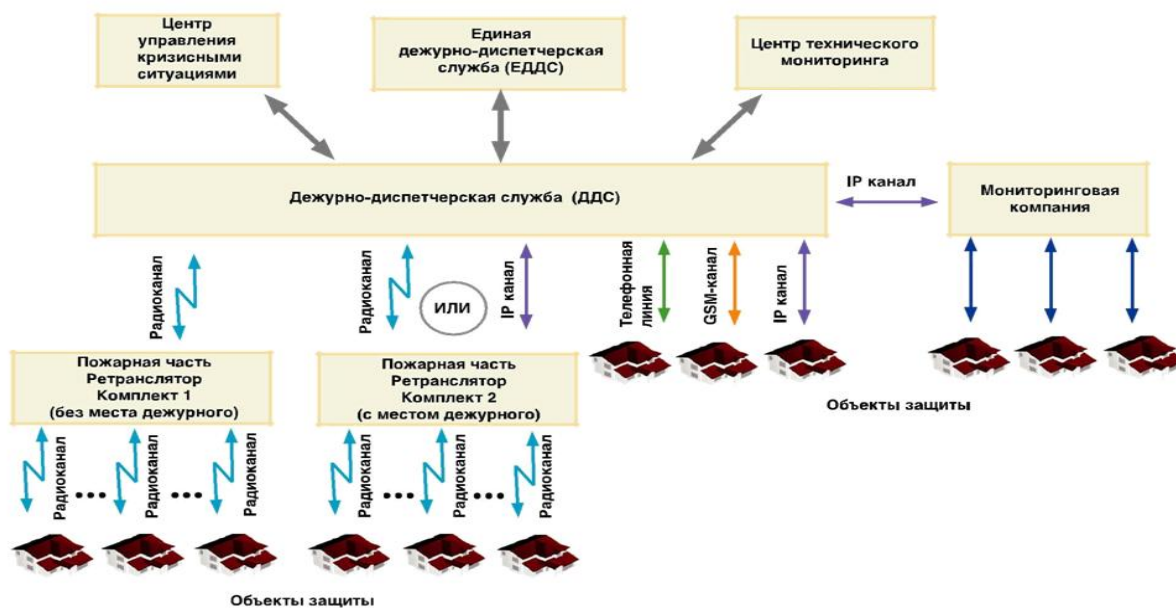


Рисунок 3.11 – Структура системы «Стрелец - Мониторинг»

Комплект оборудования ДДС:

- 1) Пультовая станция «Стрелец-Мониторинг»;
- 2) Устройство оконечное пультовое УОП-АВ-GSM;
- 3) Устройство оконечное пультовое УОП GSM-4;
- 4) Антенно-фидерное оборудование;
- 5) Комплект рабочего места оператора;
- 6) Комплект рабочего места администратора.

Комплект оборудования ПЧ комплект 1:

- 1) Радиоретранслятор «Стрелец-Мониторинг» (исполнение 1);
- 2) Антенно-фидерное оборудование.

Комплект оборудования ПЧ комплект 2:

- 1) Радиоретранслятор «Стрелец-Мониторинг»;
- 2) Антенно-фидерное оборудование.

Комплект оборудования ПЧ комплект 3:

- 1) Пультовая станция «Стрелец-Мониторинг» (исполнение 2);
- 2) Антенно-фидерное оборудование.



Рисунок 3.12 – Комплект оборудования системы «Стрелец - Мониторинг»

	Радиоканал МЧС	GSM/GPRS	Contact-ID (телефон)	IP сети (Ethernet/Internet)
Пультовое оборудование	ПС «Стрелец-Мониторинг»	УОП-АВ-GSM или УОП-GSM-4	УОП-GSM-4	Сетевая карта
Объектовое оборудование	ОС «Стрелец-Мониторинг»	УОО-GSM-C1 или Тандем-1 или Тандем-2М или Тандем IP-И	УОО-АВ исп. 1 или Тандем-2М	УС-10 или Тандем-1 или Тандем IP-И

Рисунок 3.13 - Анализ оборудования для использования при различных каналах связи,

Рабочее место дежурно – диспетчерской службы (оператора и администратора) представлено на рисунке 3.14 и соответственно 3.15.



Рабочее место оператора

Рисунок 3.14 - Рабочее место дежурно – диспетчерской службы



Рабочее место администратора

Рисунок 3.15 - Рабочее место дежурно – диспетчерской службы

Дежурный в режиме реального времени видит поступающие с объектов сигналы «тревога», при этом все тревожные сообщения дополнительно отображаются в отдельном поле «буфер тревог» и сопровождаются звуковым сигналом, что гарантирует – такое событие не затеряется среди прочих. Если оператор свернул окно программы, оно автоматически откроется по тревожному сообщению, рисунок 3.16.

Щелчком мыши по тревожному сообщению открывается карточка объекта с подробной информацией об объекте, с которого это сообщение поступило. Помимо названия объекта, его адреса и телефонов контактных лиц, в карточке объекта могут отображаться поэтажные планы объекта (с указанием на нем сработавшего извещателя) и планы подъезда к объекту пожарных автомобилей (с указанием гидрантов и противопожарных водоёмов).

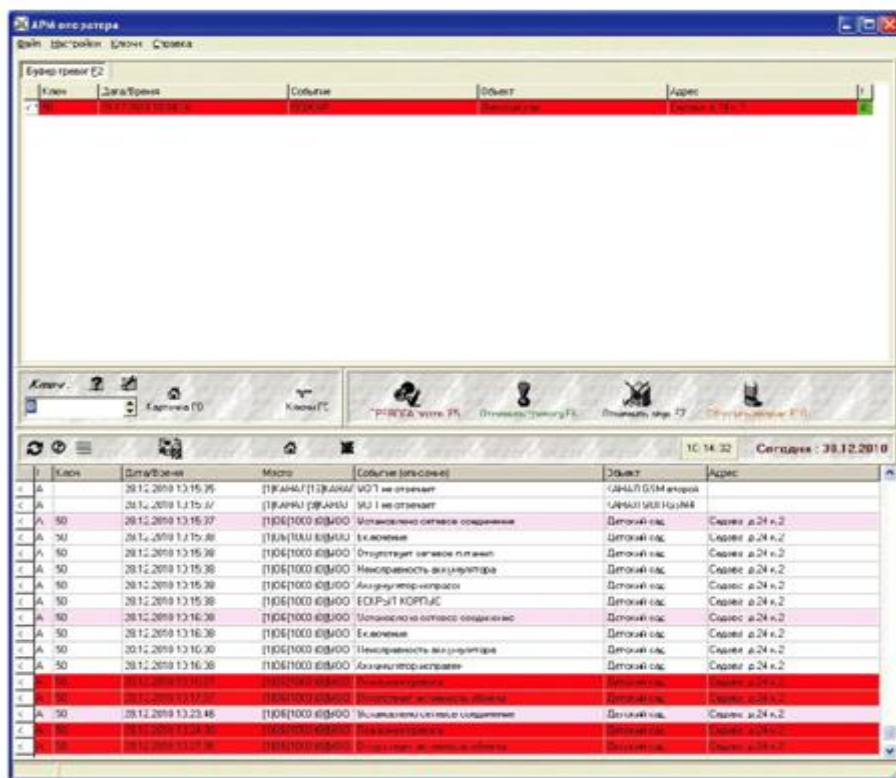


Рисунок 3.16 – Автоматизированное место оператора

Если объект оборудовать беспроводной системой пожарной сигнализации, оператор будет видеть динамику распространения огня и дыма по объекту и

может оперативно управлять эвакуацией. Пример карточки объекта приведён на рисунке 3.17.

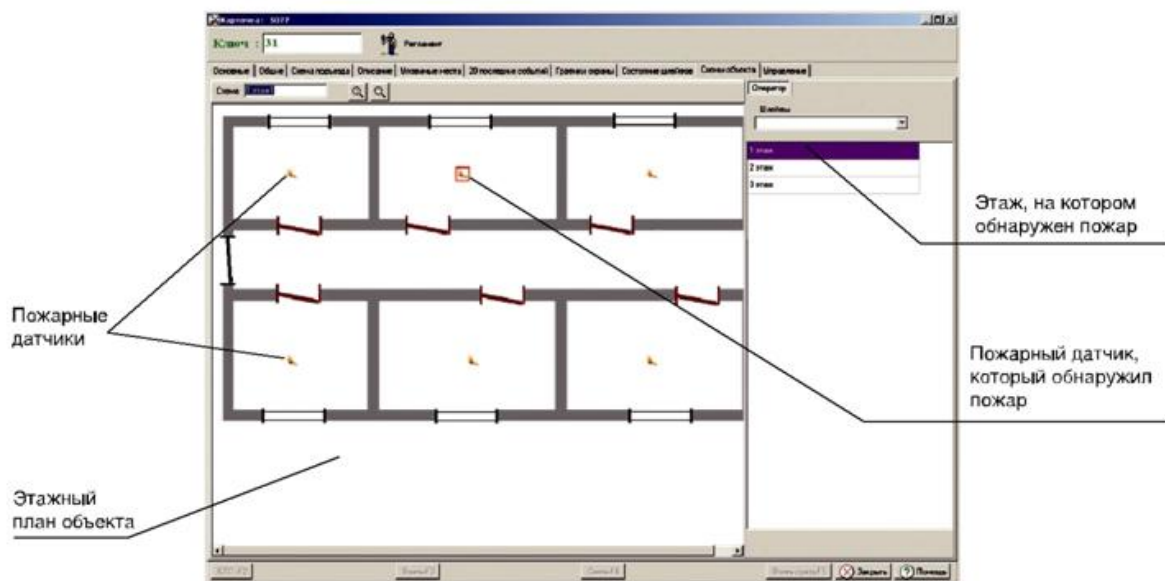


Рисунок 3.17 – Пример карточки объекта

Комплект объектового оборудования для системы «Стрелец - Мониторинг» представлен на рисунке 3.18, 3.19.

**Объектовая станция
«Стрелец-Мониторинг»
(выделенный радиоканал)**

Предназначена для передачи извещений на пульт мониторинга и ретрансляции извещений от других станций.

Подключение объектового оборудования посредством:

- релейных выходов;
- протокола Contact-ID (с модулем MC-RS);
- протокола RS-232 (ВОРС Стрелец®);
- протокола LON (ИСБ «Стрелец-Интеграл»).

Возможности:

- прием команд управления с пульта мониторинга.

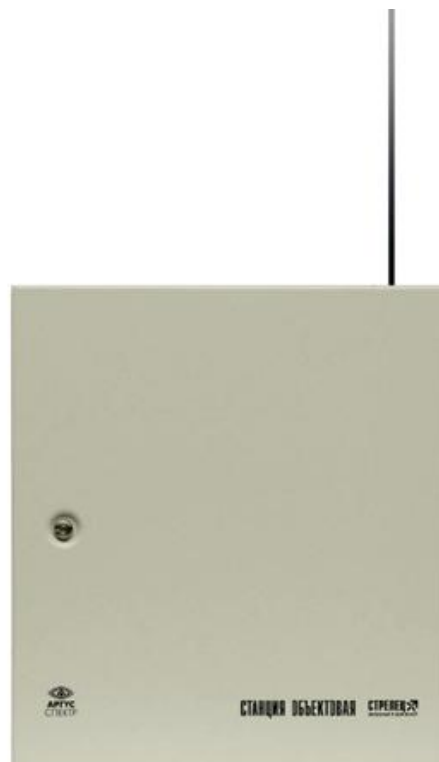


Рисунок 3.18 –Комплект объектового оборудования для системы «Стрелец - Мониторинг»

У00-GSM-C1
устройство оконечное объектное
(GSM канал)

Предназначено для передачи извещений по GSM каналу с точностью до извещателя на пульт мониторинга.

Подключение объектового оборудования посредством:

- протокола RS-232 (БОРС Стрелец®).

Возможности:

- прием команд управления с пульта мониторинга;
- работа по каналу сотовой сети стандарта GSM/GPRS;
- передача SMS сообщений собственникам.



Рисунок 3.18 (продолжение) –Комплект объектового оборудования для системы «Стрелец - Мониторинг»

«Тандем IP-И»
устройство оконечное объектное
(ETHERNET / GSM / GPRS)

Предназначен для передачи извещений на пульт мониторинга по GSM каналу и сетям Ethernet.

Подключение объектового оборудования посредством:

- релейных выходов;
- протокола RS-232 (БОРС Стрелец®);
- протокола LON (ИСБ «Стрелец–Интеграл»).

Возможности:

- резервирование GSM канала (2 SIM карты).



Рисунок 3.19 –Комплект объектового оборудования для системы «Стрелец - Мониторинг»

**«Тандем-1»
прибор приемно-контрольный
охранно-пожарный (ППКОП)
(ETHERNET / GSM / GPRS)**

Предназначен для передачи извещений на пульт мониторинга по GSM каналу и сетям Ethernet.

Подключение объектового оборудования:

- непосредственно датчиков;
- другого приемно-контрольного прибора (посредством релейных выходов).



**«Тандем-2М»
прибор приемно-контрольный
охранно-пожарный (ППКОП)
(GSM КАНАЛ / ТЕЛЕФОН)**

Предназначен для передачи извещений на пульт мониторинга по GSM каналу и проводным телефонным линиям.

Подключение объектового оборудования:

- непосредственно датчиков;
- другого приемно-контрольного прибора (посредством релейных выходов).

Возможности:

- передача SMS и голосовых сообщений собственникам.



Рисунок 3.19 (продолжение) –Комплект объектового оборудования для системы «Стрелец - Мониторинг»

Аналогичные системы с подобными характеристиками в России и в мире в настоящее время отсутствуют.

В ходе проведенных исследований в рамках магистерской диссертации можно сделать следующие выводы при использовании системы «Стрелец - Мониторинг» на объекте Новокуйбышевский НПЗ: в случае пожара или чрезвычайной ситуации, станет возможным в несколько раз снизить число пострадавших при пожарах, техногенных авариях и стихийных бедствиях за счет автоматического вызова за 1 минуту сил реагирования по радиоканалу МЧС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведённого анализа в рамках магистерской диссертации показано, что предлагаемая к внедрению система мониторинга технических систем разрабатывается для обеспечения безопасности зданий и сооружений, проектируется и реализуется в соответствии с техническими требованиями на разработку, с учётом действующего:

- ГОСТ Р 22.1.12-2005 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования»;

- «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Методика мониторинга состояния несущих конструкций зданий и сооружений. Общие положения и требования».

Обоснован принятый в исследованиях научный подход к комплексному применению методов и средств контроля мониторингового контроля функционирующих технических систем.

Разработаны теоретические основы и практические методы повышения пожарной безопасности на базе усовершенствованного методологического подхода мониторинга с использованием теории надёжности.

Произведена комплексная оценка эффективности имеющейся системы противопожарной защиты на исследуемом объекте.

Проведена детальная оценка технического состояния строительных конструкций базового объекта исследования - производственной установки НПЗ.

Разработаны практические рекомендации по измерению динамических деформаций производственного объекта в качестве контрольного мониторингового сигнала НПЗ г. Новокуйбышевск.

Выявлены закономерности и принципы, условия и факторы, оказывающие определяющее влияние на повышение эффективности системы противопожарной защиты, путем разработки и внедрения на Новокуйбышевском НПЗ программно – аппаратного комплекса «Стрелец - Мониторинг».

Практическое внедрение системы мониторинга на предприятии Новокуйбышевский НПЗ позволит снизить риски чрезвычайных ситуаций, связанных с обрушением конструкций и гибелью людей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 DIN 4102-12 98. Огнестойкость строительных материалов и конструкций. Часть 12. Надежность систем электрических кабелей. Требования и испытания. – 39с.

2 Dormidontova T. Operational safety assessment of stadium stands [Текст] /Procedia Engineering 111 (2015). PP.164 – 169.

3 Enrico Ronchi and Daniel Nilsson. Fire evacuation in high-rise buildings: a review of human behaviour and modelling research [Текст]/ Fire Science Reviews 2013, 2:7. PP.23 – 27.

4 Hultquist, H. Evaluation of a Fire Risk Index Method for Multistorey Apartment Buildings [Текст] / H. Hultquist, B. Karlsson. — Sweden, Lund University, 2000. — Report No. 3088. PP.84 – 87.

5 Jonatan Gehandler. Road tunnel fire safety and risk: a review [Текст]/ Fire Science Reviews (2015) 4:2. PP.96 – 99.

6 Karlsson, B. Fire Risk Index Method - Multi Storey Apartment Buildings [Текст]/ B. Karlsson // FRIM-MAB. Version 2.0. — Tratek, 2002. — Rapport 0212053. PP.87 – 94.

7 Kevin, M. Fire Dynamics Simulator (Version 5). Technical Reference Guide [Текст] / M. Kevin, H. Baum, R. Rehm, W. Mell, R. McDermott // NIST Special Publication 1018-5. - Washington : National Institute of Standards and Technology, 2007. — 117 p.

8 Luke Bisby, John Gales and Cristián Maluk A contemporary review of large-scale non-standard structural fire testing [Текст]/ Fire Science Reviews 2013, 2:1

9 Martin Nilsson, Håkan Frantzich and Patrick van Hees. Selection and evaluation of fire related scenarios in multifunctional buildings considering antagonistic attacks [Текст]/ Fire Science Reviews 2013, 2:3. PP.48 – 54.

10 NFPA 551. Guide for the Evaluation of Fire Risk Assessments [Текст]. - Quincy, MA : National Fire Protection Association, 2007. PP.22 – 38.

11 Nils Johansson. Numerical experiments and compartment fires/ Johansson Fire Science Reviews 2014, 3:2. PP.61 – 66.

12 Norman E. Groner A decision model for recommending which building occupants should move where during fire emergencies [Текст]/Procedia Engineering 2015.11.002. PP.74 – 76.

13 Rasbash, D. Evaluation of Fire Safety [Текст]/ D. Rasbash, G. Ramachandran, B. Kandola et al. — N. Y. : J. Wiley & Sons, 2004. PP.20 – 27.

14 Yung, D. Principles of Fire Risk Assessment in Buildings [Текст] / David Yung. — Chichester, England : Wiley, 2008. — 227 с.

15 Абдурагимов, И. М. Еще раз о принципиальной невозможности выполнения расчетов пожарных рисков детерминированными методами [Текст]/ И. М. Абдурагимов // Пожаровзрывобезопасность. - 2013. - Т. 22, № 6. -С.13-23.

16 Акимов, В. А. Методики оценки рисков чрезвычайных ситуаций и нормативы приемлемого риска чрезвычайных ситуаций (Руководство по оценке рисков чрезвычайных ситуаций техногенного характера, в том числе при эксплуатации критически важных объектов Российской Федерации) [Текст]/ В. А. Акимов, А. А. Быков, В. Ю. Востоков и др. // Проблемы анализа риска. — 2007. — Т. 4, № 4. — С.368-404.

17 Акимов, В. А. Методические рекомендации по определению количества пострадавших при чрезвычайных ситуациях техногенного характера [Текст]/ В. А. Акимов, А. А. Быков, В. Ю. Востоков и др. // Проблемы анализа риска. - 2007. -Т. 4, №4. - С. 347-367.

18 Акимов, В. А. Надежность технических систем и техногенный риск [Текст] / В. А. Акимов, В. Л. Лапин, В. М. Попов, В. А. Пучков, В. И. Томаков, М. И. Фалеев. - М.: Деловой экспресс, 2002. -368 с.

19 Базилевич, А. Я. Особенности разработки противопожарных мероприятий при строительстве зданий многофункционального назначения со сложной геометрией [Текст] / А. Я. Базилевич, С. В. Пузач, Д. Г. Карпенко, Е. С. Пузач, Е. В. Сулейкин // Пожаровзрывобезопасность. -2004. - Т. 13, № 1. - С. 20-29.

20 Беляев, С. В. Эвакуация зданий массового назначения [Текст]/ С. В. Беляев. - М.: Изд-во Всесоюзной академии архитектуры, 1983. - 114 с.

21 Березовский, Б. А. Многокритериальная оптимизация: математические аспекты [Текст]/ Б. А. Березовский, Ю. М. Барышников, В. И. Борзенко, Л. М. Кемпнер. -М. : Наука, 1989. - 128 с.

22 Болодьян, И. А. Актуальные проблемы противопожарной защиты объектов строительства и реконструкции [Текст]/ Иван Ардашевич Болодьян // Пожарная безопасность : специализированный каталог. - М., 2004. - 300с.

23 Брушлинский, Н. Н. Моделирование оперативной деятельности пожарной службы [Текст]/ Н. Н. Брушлинский. -М. : Стройиздат, 1981. -96 с.

24 Брушлинский, Н. Н. Роль статистики пожаров в оценке пожарных рисков [Текст]/ Н. Н. Брушлинский, С. В. Соколов // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. -2012, -№ 1, -С. 112-124.

25 Воробьев, Ю. Л. Проблема обеспечения пожарной безопасности в зданиях с массовым пребыванием людей [Текст]/ Ю. Л. Воробьев, Н. П. Копылов // Пожарная безопасность. -2006. - № 2. -С. 113-124.

26 ГОСТ 12.0.004-90 "Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения" [Текст] - М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1990. 27с.

27 ГОСТ 22.1.13-2013. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Требования к порядку создания и эксплуатации [Текст] -М. Издательство стандартов, 2013. -31 с.

28 ГОСТ Р 22.1.12-2005. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.. [Текст] -М. Госстандарт России: Издательство стандартов, 2005. -23 с.

29 ГОСТ Р 12.3.047-98. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. [Текст] - М. Госстандарт СССР: Издательство стандартов, 1999. – 20с.

30 Дормидонтова Т.В., Кирьяков В.В Применение методов теории надёжности на практике [Текст] / Интернет-журнал «Науковедение», 2015, том 7, №2. С.110-160.

31 Изменения, вносимые в методику определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов

функциональной пожарной опасности, утвержденную приказом МЧС России от 30.06.2009 г. № 382 : приложение к приказу МЧС России от 12.12.2011 г. № 749 [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70017226>

32 Козлачков, В. И. Экспресс-оценка угрозы людям при использовании первичных средств пожаротушения[Текст] / В. И. Козлачков, А. О. Андреев. - М.: Деп. ВИНТИ. — 2002. — № 2, - С 100-105.

33 Кошмаров, Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении : учебное пособие [Текст] / Ю. А. Кошмаров. — М. : Академия ГПС МВД России, 2000.— 118 с.

34 МГСН 4.19-2005. Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве [Текст]// Вестник Мэра и Правительства Москвы. - 2006. -№ 7. —с 15-16.

35 Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности : приложение к Приказу МЧС России от 30.06.2009 г. № 382; зарегистр. в Минюсте РФ 06.08.2009 г., рег. № 14486 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.mchs.gov.ru>

36 Неплохов, И. Звуковые системы оповещения о пожаре [Текст] / И. Неплохов // Алгоритм безопасности. - 2006. -№ 2. - С. 76-80.

37 НПБ 104-03. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях : прилож. к приказу МЧС РФ от 20.06.2003 г. № 323 (в ред. приказа МЧС РФ от 07.02.2008 г. № 57). [Текст] - М. : ГУГПС и ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 50с.

38 Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах : приказ МЧС России от 10.07.2009 г. № 404; зарегистрирован в Минюсте РФ 17.08.2009 г., рег. № 14541 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.mchs.gov.ru>

39 Орфей-Р. Радиоканальный модуль системы речевого оповещения // Сайт компании «Актив-СБ» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.aktivsb.ru/prod-9463.html>

40 Порошин, А. А. Пожарная безопасность людей. Часть 1. От допустимого уровня до реальных статистик [Текст]/ А. А. Порошин // Пожарная безопасность. - 2004. - № 1, - С. 59-70.

41 Пособие к МГСН.2.07-01. Обследование и мониторинг при строительстве и реконструкции зданий и подземных сооружений. [Текст] - М.: Москомархитектура, 2005. -120с.

42 Правила противопожарного режима в Российской Федерации : постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 г. № 390 [Текст]// Собр. законодательства РФ. - 2012. - № 19, - 24с.

43 Предтеченский, В. М. О расчете движения людских потоков в зданиях массового назначения [Текст]/ В. М. Предтеченский // Известия высших учебных заведений. Строительство и архитектура. - 1985. - № 7 –с.40-43..

44 Ройтман, В. М. Основы пожарной безопасности высотных зданий [Текст] / В. М. Ройтман. - М. : МГСУ, 2009. - 99 с.

45 Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) // Сайт Группы компаний «Пожарная безопасность и строительство 21 века». -Режим доступа: <http://www.01proekt.ru/systemofthenotification>

46 СП 1.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. [Текст] - М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. - 19 с.

47 СП 112.13330.2011. Пожарная безопасность зданий и сооружений. [Текст] - М. : ГУПЦПП, 1997. - 49 с.

48 СП 3.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности. [Текст] - М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. - 54 с.

49 СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования [Текст]. - М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. - 34 с.

50 Средства спасения. Противопожарная защита : каталог. [Текст] -М.: РИА «Индустрия безопасности», 2010. - 28 с.

51 Терещнев В.В., Грачев В.В. Основы научных исследований оперативно-тактических действий [Текст]. -М: Академия ГПС МЧС России, электронная версия, 2014г. – 208 с.

52 Терещнев В.В., Подгрушный А.В. Пожарная тактика. Основы тушения пожаров [Текст]. -М: Академия ГПС МЧС России, 2012г. - 322 с.

53 Терещнев В.В., Терещнев А.В. Основы теории управления силами и средствами на пожаре [Текст]. М: Академия ГПС МЧС России, 2010г. - 290 с.

54 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (в ред. Федер. закона № 117-ФЗ от 10.07.2012 г.) : Федер. закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008 г.; одобр. Сов. Федерации 11.07.2008 г. [Текст] // Собр. законодательства РФ. -2008. -№ 30 (ч. I), -С. 35-79.

55 Холщевников, В. В. Теория людских потоков [Текст]/ В. В. Холщевников // Пожаровзрывобезопасность. — 2001. - Т. 10, № 6. - С. 33-47.

56 Холщевников, В. В. Эвакуация и поведение людей при пожарах [Текст]/ В. В. Холщевников, Д. А. Самошин. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. - 58 с.

57 Шебеко, Ю. Н. Методы оценки поражающих факторов крупных пожаров и взрывов на наружных технологических установках [Текст]/ Ю. Н. Шебеко, В. Л. Малкин, И. М. Смолин, В. А. Колосов, Е. В. Смирнов, А. С. Паршин // Пожаровзрывобезопасность. -1999. - Т. 8, № 4. - С. 18-28.

58 Якушкин, Д. Техническое проектирование систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре [Текст]/ Д. Якушкин // Алгоритм безопасности. - 2006. - № 4. - С. 64-68.

59 Якуш, С. Е. Анализ пожарных рисков. Часть I: Подходы и методы [Текст] / Сергей Евгеньевич Якуш, Рустам Кимович Эсманский // Проблемы анализа риска. — 2009.— Т. 6, № 3. — С. 8-27.

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

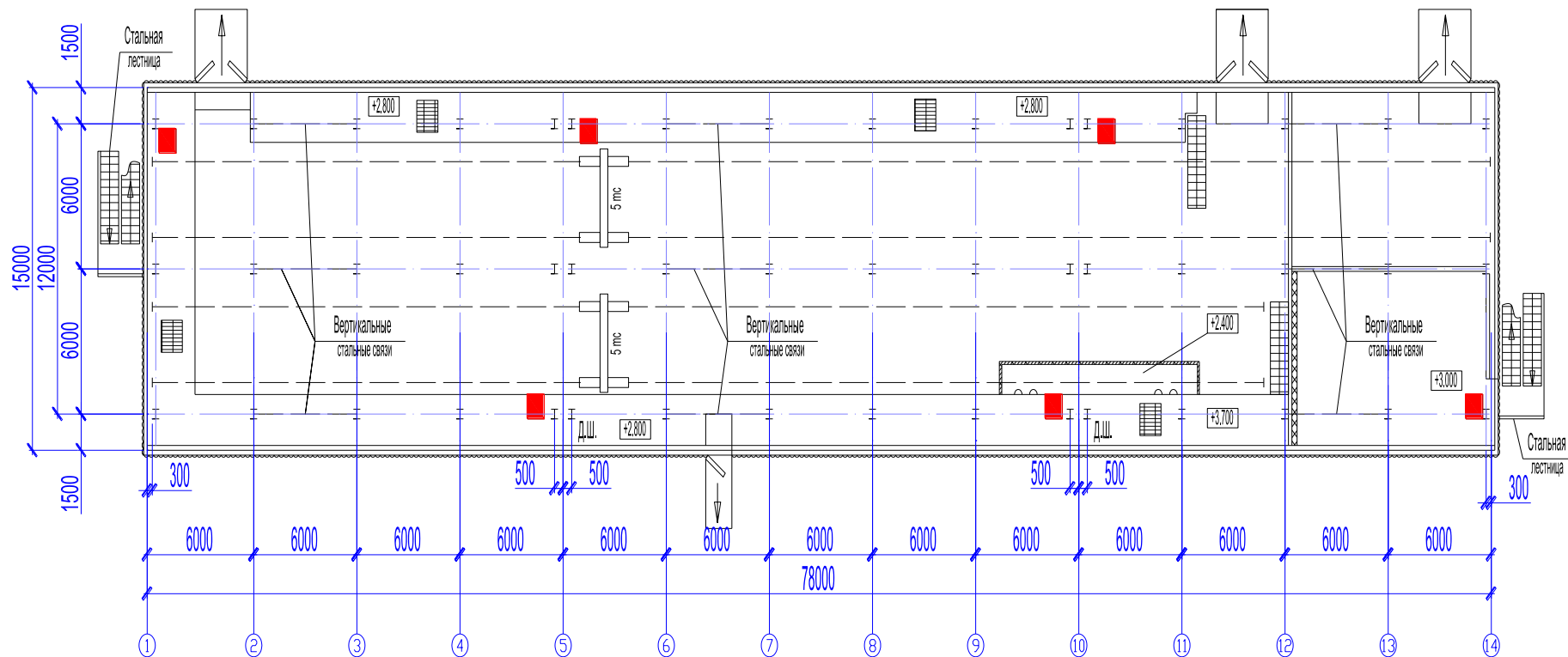


Рисунок А.2 – План производственного цеха Новокуйбышевского НПЗ с расстановкой инклинометров (на чертеже инклинометры обозначены квадратом красного цвета)

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

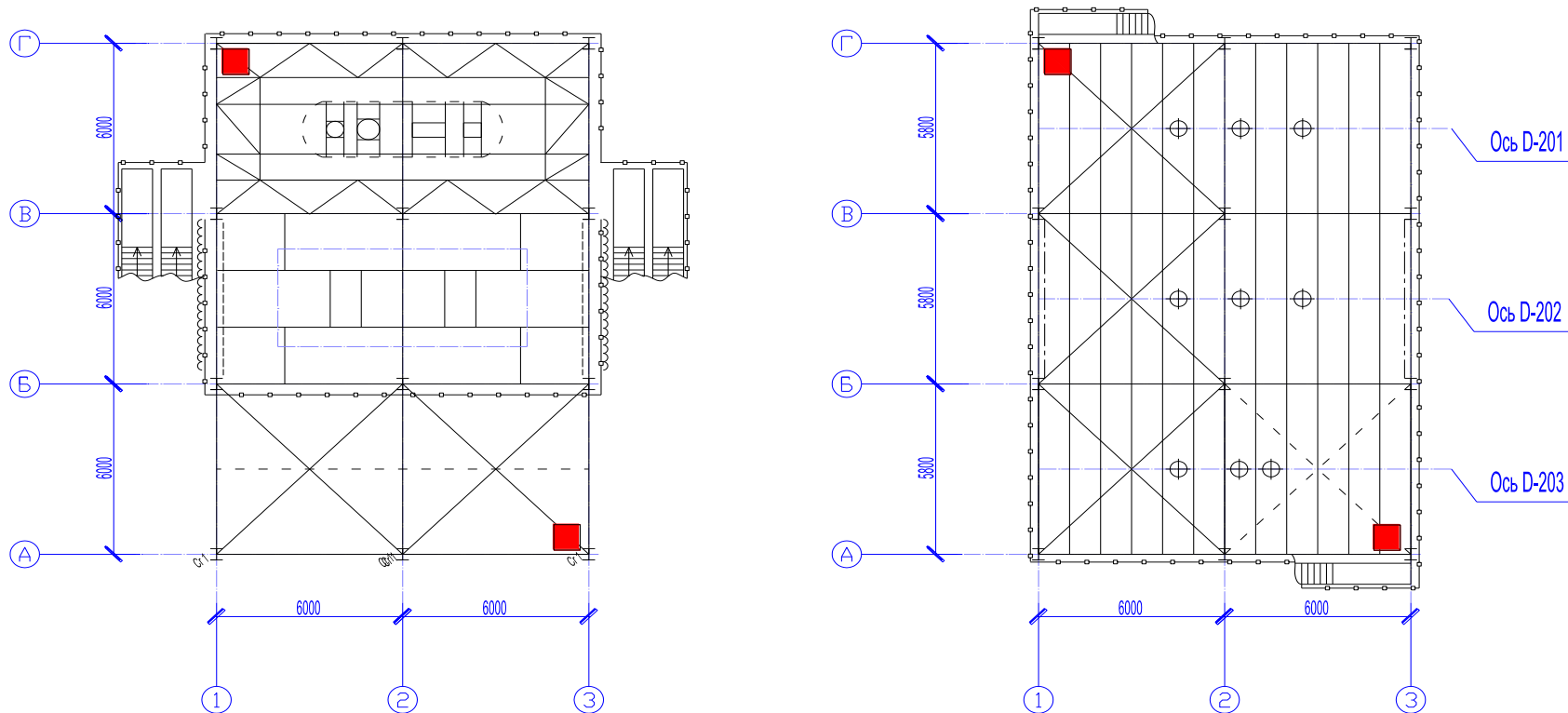


Рисунок А.3 – Схема расположения балок Новокуйбышевского НПЗ с расстановкой инклинометров (на чертеже инклинометры обозначены квадратом красного цвета)

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

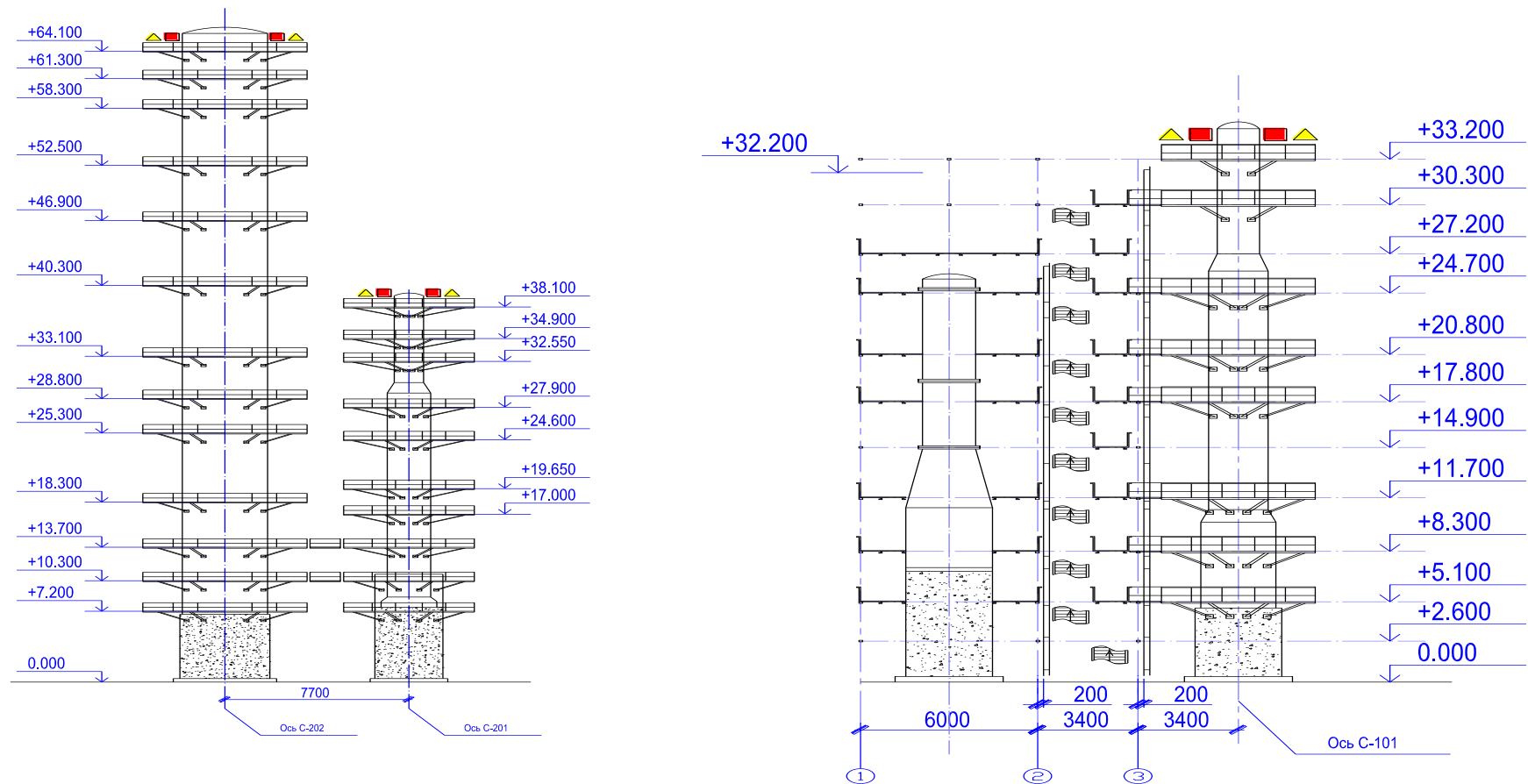


Рисунок А.4 - Блок колонн Новокуйбышевского НПЗ с расстановкой инклинометров и акселерометров (на чертеже инклинометры обозначены квадратом красного цвета, акселерометры треугольником желтого цвета)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б



Рисунок Б.1 – Апробация результатов работы

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

ЭКОЛОГИЯ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС. УРБАНИСТИКА

*Материалы
XIII Всероссийской научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
(с международным участием)*

г. Пермь, 20 ноября 2015 г.

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2016

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

УДК 504.06+711
Э40

Приведены результаты исследований аспирантов, молодых ученых и студентов в области экологии, строительства дорог и транспортных сооружений, транспорта и смежных наук: химии, биологии, медицины, промышленности и сельского хозяйства.

Главный редактор: *М.Ю. Петухов*, канд. техн. наук, доцент

Редакционная коллегия:

Я.И. Вайсман, д-р мед. наук, профессор
Б.С. Юшков, канд. техн. наук, профессор
К.Г. Пугин, канд. техн. наук, доцент

Ответственный секретарь: *Т.И. Мальцева*

Ответственный за проведение конференции: *А.А. Горбунов*

УДК 504.06+711

ISBN 978-5-398-01532-4

© ПНИПУ, 2016

УДК 624.02

И.Р. Асадуллин, Т.В. Дормидонтова

**ВЛИЯНИЕ АСПЕКТОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ
НА НАДЕЖНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ
ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

В настоящее время большое количество научных работ посвящается вопросам обеспечения надежности работы сооружений. В работах подчеркивается важность осуществления контроля за состоянием эксплуатируемых объектов, регулярного обследования их технического состояния и обоснованного назначения геометрических параметров и режимов работы.

Безопасная эксплуатация строительных конструкций или сооружения в целом может быть оценена по многим критериям. Важнейшими из них являются огнестойкость, прочность и устойчивость строительных конструкций, экологическая чистота строительных материалов, неэкономические потери, оптимизация и др.

Ключевые слова: надежность, безопасность, эксплуатация, строительные конструкции, инженерные сооружения, срок службы.

I.R. Asadullin, T.V. Dormidontova

**THE INFLUENCE OF ASPECTS
OF OPERATION RELIABILITY AND ENVIRONMENTAL SAFETY
OF ENGINEERING STRUCTURES**

Currently a great number of scientific works dedicated to the issues of ensuring the reliability of structures. The work highlights the importance of monitoring the state operated facilities, regular inspection of their technical condition and informed of the purpose of geometrical parameters and modes of operation. Safe operation of building constructions or constructions in General can be evaluated by many criteria. The most important of them are: fire resistance, strength and resistance of building structures, environmental clean building materials, non-economic loss, optimization, and others.

Keywords: reliability, safety, operation, building construction, engineering structures, service life.

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

В современных условиях при эксплуатации инженерных сооружений необходимо иметь объективную информацию, отражающую изменения основных характеристик, влияющую на надежность объектов, с целью дальнейшей ее обработки и использования.

Численное значение надежности – один из аспектов безопасности строительных объектов, в том числе и экологической.

В условиях технического прогресса моральное устаревание строительных объектов происходит очень быстро.

Межремонтные сроки эксплуатации конструкций инженерных сооружений находятся в некоторой зависимости от срока эксплуатации объекта. Такая корреляция обусловлена здравым смыслом и экономически целесообразна. Например, объект, предназначенный для эксплуатации в течение 100 лет, практически всегда будет выполнен из долговечных материалов.

Срок эксплуатации объекта – это величина, имеющая директивную природу и зависящая от возможностей и компетенций заказчика.

Иную природу имеют сроки капитального ремонта строительных конструкций. Основное влияние на эти сроки оказывают физический и моральный износ.

Физический износ обусловлен материалом, из которого выполнена конструкция, а также условиями ее эксплуатации. Однако при неблагоприятных отклонениях в качестве конструкций, изменяющихся условиях эксплуатации техническое состояние конструкций, требующее его капитального ремонта, достигается в сроки, имеющие очень широкий диапазон. В этой связи предпочтение отдается межремонтным срокам эксплуатации конструкций, которые имеют существенные отличия.

Срок службы элементов строительных объектов является непрерывной случайной величиной, которая может принимать любые значения на временной оси, за начало отсчета которой принимается момент ввода элемента строительных объектов в эксплуатацию. Для удобства расчетов, связанных с планированием эксплуатационных процессов, указанные сроки выражаются в дискретных величинах, на временной оси они отмечаются конкретными точками, при этом значения сроков службы приобретают свойства прерывных случайных величин.

Рассмотрим прерывную случайную величину, определяющую сроки службы T_X с возможными значениями $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$. При этом возможно каждое значение, но оно недостоверно, и величина T_X может

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

принять любое из них с некоторой вероятностью P . Таким образом, произойдет одно из несовместных событий, вся совокупность которых составляет полную группу:

$$\begin{cases} T_x = X_1, \\ T_x = X_2, \\ T_x = X_n. \end{cases} \quad (1)$$

Вероятность таких событий обозначим формулой

$$P(T_x = X_1) = P_1; P(T_x = X_2) = P_2; P(T_x = X_n) = P_n. \quad (2)$$

В соответствии с теорией сложения вероятностей

$$\sum_{i=1}^n P_i = 1. \quad (3)$$

Для количественной характеристики такого распределения воспользуемся функцией распределения (вероятностью того, что T_x примет значение меньше заданного наперед конкретного значения):

$$F_x = P(T_x < X). \quad (4)$$

Таким образом, средний срок службы элемента может быть определен следующим образом:

$$T_{\bar{x}} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i \cdot m_i}{m}, \quad (i=1, 2, 3, \dots, n), \quad (5)$$

где $T_{\bar{x}}$ – средний срок службы элемента; x_i – конкретные значения сроков служба этого элемента; m_i – число элементов, имеющих данный срок службы; m – общее число отказавших элементов, принятых для анализа среднего срока службы.

Приняв, что в формуле (5) $\frac{m_i}{m} = P_i$, определим срок службы элемента:

$$T_{\bar{x}} = \sum_{i=1}^n x_i \cdot P_i. \quad (6)$$

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

При установлении сроков ремонта за меру отклонения конкретных значений сроков службы от их среднего значения принимают дисперсию D_x , которую определяют по формуле

$$D_x = \sum_{i=1}^n (x_i \cdot T_{\bar{x}})^2 \cdot P_i. \quad (7)$$

На практике удобнее пользоваться не дисперсией, а среднеквадратическим отклонением (стандартом) срока службы:

$$\sigma_x = \sqrt{D_x}. \quad (8)$$

Срок ремонта конструкции определяется на тот момент времени, когда вероятность отказа конструкции еще незначительна:

$$T_{\text{рем}} = T_{\text{ср}} - 3\sigma, \quad (9)$$

где $T_{\text{ср}}$ – средний срок службы элемента.

Возможны подходы к назначению межремонтных сроков с оптимизационных позиций. Рассмотрим два способа оптимизации ремонтных сроков для строительных конструкций.

Первый способ заключается в оптимизации межремонтного срока для одной конкретной конструкции. Он основан на минимизации приведенных затрат на изготовление и эксплуатационный ремонт конструкции:

$$Z_{\text{прив}} = Z_{\text{изг}}(t) + Z_{\text{рем}} \cdot H, \quad (10)$$

где $Z_{\text{изг}}(t)$ – затраты на изготовление конструкций, которые зависят от предполагаемого межремонтного срока; H – приведенное количество отказов за межремонтный срок.

Затраты на изготовлении конструкции зависят от предполагаемого межремонтного срока следующим образом:

– за время t увеличиваются временные нагрузки:

$$q_t = u + \frac{\ln t}{a}, \quad (11)$$

где u, a – параметры двойного экспоненциального распределения;

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

– за время t уменьшается прочность конструкции по логарифмическому закону за счет накопления повреждений:

$$R_t = R_{\text{нач}} \cdot e^{-bt},$$

или

$$R_t = \frac{D}{t^k + D}, \quad (12)$$

где b – параметр экспоненциального закона распределения; D, K – параметры, подбираемые экспериментально.

Второй способ заключается в оптимизации межремонтных сроков всех конструкций строительного объекта одновременно. При этом используется аппарат линейного программирования. Целевой функцией является выполнение условия:

$$\begin{cases} C_1 \cdot n_1 + C_2 \cdot n_2 + \dots + n \cdot n_n = C, \\ C_1 + C_2 \cdot \frac{t_{1\text{мс}}}{t_2} + C_3 \cdot \frac{t_{1\text{мс}}}{t_3} + \dots + C_n \cdot \frac{t_{1\text{мс}}}{t_n} \leq AO \cdot t_{1\text{мс}}, \\ C_2 + C_3 \cdot \frac{t_{2\text{мс}}}{t_3} + \dots + C_n \cdot \frac{t_{2\text{мс}}}{t_n} \leq AO \cdot t_{2\text{мс}}, \\ C_3 + \dots + C_n \cdot \frac{t_{3\text{мс}}}{t_n} \leq AO \cdot t_{3\text{мс}}, \\ C_n \leq AO \cdot t_{n\text{мс}}, \end{cases} \quad (13)$$

где C_1, C_2, \dots, C_n – стоимость ремонта 1, 2, 3, ..., n -го типа конструкции; C – сметная стоимость ремонтируемого объекта; n_1, n_2, \dots, n_n – количество ремонта 1, 2, 3, ..., n -го типа конструкции.

$$n_1 = \frac{T}{t_{1\text{мс}}}, n_2 = \frac{T}{t_{2\text{мс}}}, \dots, n_n = \frac{T}{t_{n\text{мс}}},$$

где T – нормальный срок эксплуатации объекта $t_{1\text{мс}}, t_{2\text{мс}}, \dots, t_{n\text{мс}}$ – сроки ремонта 1, 2, 3, ..., n -го типа конструкции; $n_1 = 1$ (при условии, что первый тип – основная несущая конструкция, ремонтируется 1 раз в течение всего срока эксплуатации)

$$n_1 < n_2 < \dots < n_n,$$

где AO – ежегодные амортизационные отчисления.

$$AO = \frac{C}{T}.$$

Моральный износ строительных объектов может оказывать влияние на межремонтные сроки. При этом могут возникать ситуации, когда моральное старение является причиной уменьшения межремонтного срока. Такое может произойти при условии, когда стоимость преждевременного капитального ремонта и перепрофилировки морально устаревшего объекта окажется ниже прибыли, получаемой после реконструкции строительного объекта. В этом случае целесообразно провести капитальный ремонт в сроки, соответствующие моральному старению строительного объекта.

Экономические способы назначения межремонтных сроков имеют преимущества перед другими возможными способами. Это объясняется тем, что основным решающим фактором являются материальные затраты, которые интегрально учитывают все возможные затраты.

Однако те же способы имеют и существенные недостатки, связанные в первую очередь с неучетом условий эксплуатации конструкций и их начальных качеств. Учесть эти особенности позволяют технические способы назначения межремонтных сроков. Однако такие способы не в полной мере учитывают экономические аспекты.

В связи с этим наиболее приемлемым способом определения межремонтных сроков является объединение экономических и технических способов.

Надежность инженерных сооружений в конце срока эксплуатации должна быть не менее заданной (W_2). Фактическое изменение надежности конструкции во времени отличается от проектного, причем, как правило, в худшую сторону (рисунок). Закон изменения надежности во времени представлен формулой

$$w_t = \frac{s}{(t^4 + s)}, \quad (14)$$

где

$$S = \frac{WH}{(1-WH)}; SK = \frac{WK}{(1-WK)}; U = \frac{1}{\ln T} \cdot \ln \frac{S}{SK};$$

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

W_H, W_K – надежность конструкции на начало и конец эксплуатации, которые вычисляются по схеме взаимодействия распределений нагрузок и несущей способности элемента.

Значение t определяем по формуле

$$t = \exp \left[\frac{1}{U} \cdot \ln \frac{S(1-W_z)}{W_z} \right]. \quad (15)$$

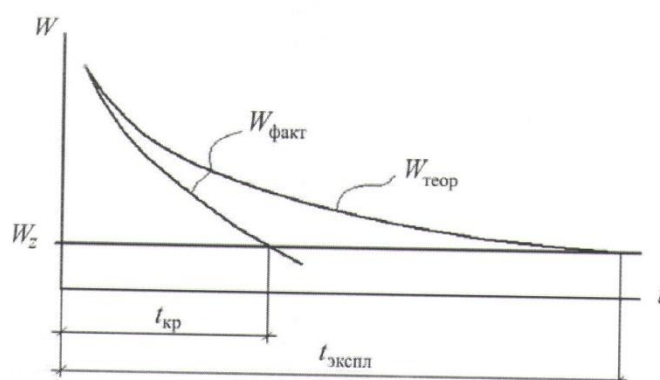


Рис. Изменение надежности во времени

Как правило, $t < t_{\text{эксpl}}$, поэтому определенное таким образом значение t может на научной основе оценить срок капитального ремонта, целью которого является восстановление первоначальной надежности.

В связи с тем что теория надежности учитывает рассеяние параметров, определяющих свойства конструкции, они имеют тесную связь с контролем качества строительной конструкции, в том числе и экологической безопасностью.

Использование теории надежности оказывает непосредственное положительное влияние на развитие научных исследований в области расчета строительных элементов и систем.

При планировании эксплуатационными службами ремонтно-восстановительных работ с учетом изменившихся условий производства к оценке нормированного уровня надежности можно подойти с позиций ее оптимизации по критерию приведенных затрат.

Список литературы

1. Дормидонтова Т.В. Мониторинг несущих конструкций одноэтажного каркасного сборного железобетонного здания // *Науковедение*. – 2014. – № 2.
2. Дормидонтова Т.В., Филатова А.В. Анализ методов проектирования автомобильных дорог // *Научное обозрение*. – 2015. – № 7.
3. Дормидонтова Т.В., Гареева Л.Х., Солкарян Н.Г. Применение метода «Дерево решений» и планированного эксперимента для выбора лучших вариантов при заданных критериях в транспортном строительстве // *Науковедение*. – 2015. – Т. 7, № 1.
4. Дормидонтова Т.В., Кирьяков В.В. Применение методов теории надежности на практике // *Науковедение*. – 2015. – Т. 7, № 2.
5. Dormidontova T.V. Operational safety assessment of stadium stands // *Procedia Engineering XXIV R-S-P seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (24RSP) (TFoCE 2015)*.

Об авторах

Асадуллин Илдус Ряшитович – магистрант кафедры управления промышленной и экологической безопасности, Тольяттинский государственный университет, e-mail: ask-a2006@yandex.ru.

Дормидонтова Татьяна Владимировна – кандидат технических наук, профессор РАЕ, почетный доктор International Academy of Natural History (Doctor of Science, Honoris Causa), заведующая кафедрой автомобильных дорог и геодезического сопровождения строительства, Самарский государственный архитектурно-строительный университет, e-mail: adisk63@yandex.ru.

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Пути улучшения качества автомобильных дорог. 2015

УДК: 69.059.4

Асадуллин И.Р.

Магистрант 1 – го года обучения кафедры "Управление промышленной и экологической безопасностью"

ФГБОУ ВО Тольяттинский государственный университет (Россия, г. Тольятти)

Дормидонтова Т.В.

к.т.н., заведующая кафедрой "Автомобильных дорог и геодезического сопровождения строительства"

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет
Архитектурно строительный институт (Россия, г. Самара)

Надёжность строительных конструкций инженерных сооружений

Современные тенденции развития строительства направлены на обеспечение надежности и безопасности инженерных сооружений. Согласно последним правительственным документам, касающимся строительной отрасли, приоритетным направлением является научное сопровождение инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации строительных объектов с позиций надёжности, пожарной безопасности и экологической чистоты.

Ключевые слова: надёжность, ресурс, долговечность, система, безотказность

В настоящее время большое количество научных работ посвящается вопросам обеспечения надежности работы сооружений. В работах подчеркивается важность осуществления контроля за состоянием эксплуатируемых объектов, регулярного обследования их технического состояния и обоснованного назначения геометрических параметров и режимов работы.

В современных условиях эксплуатации инженерных сооружений необходимо иметь объективную информацию, отражающую изменения

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Пути улучшения качества автомобильных дорог. 2015

основных характеристик, влияющую на надёжность объектов, с целью дальнейшей обработки и использования.

Численное значение надёжности один из аспектов безопасности, в том числе и пожарной безопасности объектов.

В связи с тем, что теория надёжности учитывают рассеяние параметров, определяющих свойства конструкции, они имеют тесную связь с контролем качества конструкции, в том числе и пожарной безопасностью.

Понятие “надёжность” принимаем за критериальное условие технического состояния конструкций. При этом надёжность имеет следующие выгодные свойства:

- общность, т.е. его могут применить для любого свойства отдельных конструкций или всего объекта (прочность, огнестойкость, токсичность и др.);
- связь со временем;
- может определить безопасность объекта в любой момент времени за используя неэкономические потери, которые выражены количеством людей на площади поражения от отказа конструкций;
- может быть определён математически;
- объединяет элементы с разным качеством и способами соединения.

Использование теории надёжности оказывает непосредственное и положительное влияние на развитие научных исследований в области расчета элементов и систем.

Список литературы

1. Акимов, В. А. Надёжность технических систем и техногенный риск [Текст] / В. А. Акимов, В. Л. Лапин, В. М. Попов, В. А. Пучков, В. И. Томаков, М. И. Фалеев. - М.: Деловой экспресс, 2002. -368 с.
2. Dormidontova T. Operational safety assessment of stadium stands [Текст] /Procedia Engineering 111 (2015). PP.164 – 169.

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

ЦЕНТР СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



**РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ:
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ**

Сборник научных статей студентов, магистрантов, аспирантов,
молодых ученых и преподавателей

Под. общ. ред. Т.М. Сигитова

Выпуск 9
г. Пермь, 6 ноября 2016 г.

ISBN 978-5-9908647-8-8

Пермь
2016

© Коллектив авторов, 2016
© ИП Сигитов Т.М., 2016

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

УДК 001
ББК 72
Р17

Р17 Развитие современной науки : теоретические и прикладные аспекты : сборник статей студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей / Под общ. ред. Т.М. Сигитова. – Пермь : ИП Сигитов Т.М., 2016. – 85 с.

ISBN 978-5-9908647-8-8

В сборнике освещаются актуальные теоретические и практические проблемы развития территорий.

Представлены научные достижения ученых, специалистов, аспирантов, соискателей, магистрантов и студентов.

Предназначено для преподавателей, аспирантов и студентов, для всех, кто занимается научными исследованиями в области развития территорий.

Информация о сборнике и опубликованных статьях предоставляется в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) по договору № 2583-09/2015К от 23.09.2015 г.

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте журнала: www.научный-сборник.рф и на сайте научной электронной библиотеке (НЭБ): www.elibrary.ru

Статьи публикуются в авторской редакции. Авторы несут ответственность за содержание статей, за достоверность приведенных в статье фактов, цитат, статистических и иных данных, имен, названий и прочих сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности.

УДК 001
ББК 72

ISBN 978-5-9908647-8-8

© Коллектив авторов, 2016
© ИП Сигитов Т.М., 2016

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 69.059.4

Асадуллин И.Р.

магистрант 2-го года обучения кафедры

"Управление промышленной и экологической безопасностью"

ФГБОУ ВО Тольяттинский государственный университет (Россия, г. Тольятти)

Дормидонтова Т.В.

к.т.н., заведующая кафедрой

"Автомобильных дорог и геодезического сопровождения строительства"

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет Архитектурно строительный институт (Россия, г. Самара)

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ И ТЕХНОГЕННОГО РИСКА ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Обеспечение надежности технической системы является одной из главной составляющей в процессе проектирования, производства и эксплуатации технических устройств самого различного назначения и типа. Чтобы создать надежно работающее техническое устройство, нужно знать, какими параметрами и характеристиками оно должно обладать, какие функции должно выполнять в различных режимах и на разных фазах эксплуатации. Нужно отчетливо представлять и учесть при разработке условия, в которых будет эксплуатироваться устройство, знать, как оно будет транспортироваться, храниться, работать, либо задать эти условия, если это допустимо.

Ключевые слова: надёжность, техногенный риск, ресурс, система, безотказность.

Под надежностью понимают свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени и требуемой наработки.

Средний ресурс объекта определяется по формуле (1):

$$T_{\text{ср}} = T_{\text{сл}} \cdot T_{\text{г}} \cdot K_{\text{и}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{г}}$ – годовой фонд времени в часах; $T_{\text{сл}}$ – средний срок службы технического объекта, лет; $K_{\text{и}}$ – коэффициент использования оборудования.

Ресурс технического объекта формируется ресурсами сборочных единиц, которыми могут быть узлы и отдельные детали. Очевидно, что при определенном наборе уровней ресурсов элементов технической системы может одновременно наступить предельное состояние. Исходя из этого условия, проектируются технические объекты одноразового или краткосрочного пользования.

В общем же случае в техническом объекте обязательно найдется лимитирующий элемент или элементы, которые предопределят необходимость планового ремонта или ремонтов до наступления предельного состояния технической системы в целом.

Техническую систему представляют в первом приближении в виде цепи или соединения, в которой при выходе из строя одного из элементов выйдет из строя вся цепь.

Все технические системы с точки зрения их безотказности могут быть представлены в виде последовательных, параллельных или комбинированных соединений.

Расчет безотказности системы из последовательно соединенных элементов (последовательная схема) определяется произведением безотказности ее отдельных элементов. При расчете любой последовательной цепи предполагается, что остальные узлы объекта, равнонадежные, где справедливо произведение

$$P_0 = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot \dots \cdot P_n,$$

где P_0 – безотказность объекта; p_1 – безотказность 1-го элемента; p_2 – безотказность 2-го элемента; p_n – безотказность n-го элемента;

При системном анализе техногенной опасности рассматривается опасность, исходящая от технической системы на человека. Рассматриваются все возможные отказы. Риски и их последствия по отношению к человеку.

Риск – вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда.

Под риском может пониматься: электротравма; развитие профессиональных заболеваний центральной нервной системы (ЦНС) и слуховых органов; развития вибрационной болезни; разрушение или деформация трубопровода или запорной арматуры; нарушение технологического процесса.

Производственная опасность – наблюдаемое в процессе выполнения технологических операций (функционирования человеко-машинных систем) свойство таких систем представлять в естественных условиях реально предсказуемую возможность причинения ущерба.

Ущерб – такое изменение состояния производственного процесса, которое характеризуется нарушениями целостности, работоспособности или потерей других свойств ее компонентов или окружающей среды в результате происшествий или вредного влияния на них неизбежных энергетических (тепло, шум), либо материальных (сажа, шлаки) выбросов.

Общей характерной чертой практически всех рассматриваемых происшествий явилось, то, что для их возникновения необходимо появление, как правило, не одной, а нескольких предпосылок, образующих в совокупности причинную цепь происшествия.

Список литературы

1. Дормидонтова Т.В. Estimation technique of reliability of people evacuation // European Science and Technology: materials of the III international research and practice conference, Vol. I, - Munich. –Germany. 2012.
2. Дормидонтова Т.В. Метод численной линеаризации при реализации вероятностных расчётов надежности зданий // Естественные и технические науки. -2013. №2 (64), Москва, изд-во Спутник +.

УДК 627.7

Басов А.В.

кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела экологического менеджмента Федеральное государственное бюджетное учреждение «Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем» (Россия, г. Пермь)

Ошепкова А.З.

кандидат технических наук, доцент по специальности «Геоэкология»,
заместитель директора по инновациям

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем» (Россия, г. Пермь)

ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ СТРУКТУРЫ ФЕДЕРАЛЬНОГО КЛАССИФИКАЦИОННОГО КАТАЛОГА ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ ПОДТИПА ВИДОВ ОТХОДОВ «ЛАБОРАТОРНЫЕ ОТХОДЫ И ОСТАТКИ ХИМИКАЛИЕВ»

В статье рассмотрены принципы развития структуры федерального классификационного каталога отходов. Показаны основные требования нормативных документов, которыми руководствуются при классифицировании отходов производства и потребления. Представлен пример развития структуры подтипа видов отходов «Лабораторные отходы и остатки химикалиев».

Ключевые слова: отходы, федеральный классификационный каталог отходов, принципы развития структуры.

Согласно Приказа Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30 сентября 2011 г. № 792 «Об утверждении порядка ведения государственного кадастра отходов» [1] государственный кадастр отходов (ГКО) включает в себя федеральный классификационный каталог отходов (ФККО), государственный реестр объектов размещения отходов, банк данных об отходах и о технологиях использования и обезвреживания отходов различных видов (БДО).

ФККО формируется и ведется на основе информации о классификационных признаках и классах опасности конкретных видов отходов. Классификационными признаками отходов являются: происхождение, условия образования (принадлежность к определенному производству, технологии), состав, агрегатное и физическое состояния.