

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

---



**МЕТОДИКА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ  
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.  
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**



**Москва-2008**

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	3
1. НАЗНАЧЕНИЕ МЕТОДИКИ.....	5
2. МЕСТО И РОЛЬ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	6
3. ПОРЯДОК И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	8
4. ПЕРЕЧЕНЬ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ НА СТАДИЯХ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	9
4.1. Научно-техническое сопровождение проектирования систем мониторинга состояния несущих конструкций.....	9
4.1.1. Формирование общих требований к системе мониторинга.....	9
4.1.2. Разработка концепции системы мониторинга состояния несущих конструкций здания, сооружения.....	12
4.1.3. Разработка специальных технических условий (разделов СТУ) на создание и/или технических заданий на проектирование системы мониторинга состояния несущих конструкций зданий, сооружений.....	15
4.1.4. Разработка проектных решений системы мониторинга состояния несущих конструкций.....	16
4.1.5. Вопросы научно-технического сопровождения, отражаемые в методическом разделе проектной документации по системе мониторинга состояния несущих конструкций.....	19
4.2. Научно-техническое сопровождение создания систем мониторинга состояния несущих конструкций в ходе строительно-монтажных работ.....	24
4.3. Научно-техническое сопровождение работ по вводу в действие системы мониторинга состояния несущих конструкций.....	25
5. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	27
6. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	28
7. ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	31
8. ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	36

## АННОТАЦИЯ

Методика разработана в целях реализации федеральных законов от 21 декабря 1994г. № 68-ФЗ "О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера" и от 21 июля 1997г. №116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", постановления Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций», национального стандарта РФ ГОСТ Р 22.1.12-2005 "Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования" в части обеспечения контроля изменения состояния несущих конструкций<sup>1</sup> зданий, сооружений.

Методика предназначена для организаций, осуществляющих научно-техническое сопровождение создания и эксплуатации систем мониторинга состояния несущих конструкций (СМИК) зданий, сооружений, а также для организаций осуществляющих мониторинг на стадии эксплуатации.

Методика может быть полезна для организаций занимающихся созданием или эксплуатацией СМИК: заказчиков; разработчиков проектов; организаций выполняющих строительно-монтажные, пуско-наладочные работы; дирекций (организаций) по эксплуатации зданий, сооружений.

Разработчики методики: к.т.н., доцент Клецин В. И., Волков О. С., д.т.н., профессор Кудишин Ю. И., к.т.н., Павлов Е.И., д.т.н., профессор, почетный член РААСН Грудев И. Д., к.т.н., доцент Нигметов Г.М., Идиатуллин Д. Р., к.т.н. Сотин В. Н., к.т.н., доцент Новак Ю.В., к.т.н. Акбиев Р.Т., Бахмат Д.В., Волков А.В.

В методике не рассматриваются научно-исследовательские вопросы обработки сигналов мониторинга, разработки технических, программных средств систем мониторинга состояния несущих конструкций.

Актуальность методики обусловлена необходимостью разработки и использования технологии обеспечивающей создание и внедрение эффективных автоматизированных систем мониторинга, позволяющих своевременно обнаруживать изменение состояния несущих конструкций, которое может привести к их разрушению и повлечь людские и материальные потери.

---

<sup>1</sup> В данной методике принято, что термин "несущие конструкции" включает термин "инженерно-технические конструкции (конструктивные элементы)", используемый в ГОСТ Р 22.1.12-2005 г.

Случаи внезапных обрушений зданий, сооружений подтверждают актуальность данной методики.

Методика разработана на основании проведенных прикладных научно-исследовательских работ по сопровождению создания и эксплуатации систем мониторинга состояния несущих конструкций (СМИК) зданий, сооружений. При разработке методики учитывался опыт проектных, строительно-монтажных работ, работ по вводу в действие и эксплуатации указанных систем.

Апробация основных положений методики была проведена при создании систем мониторинга состояния несущих конструкций Дворца спорта "Мегаспорт", Многофункционального комплекса «Московский дворец бракосочетаний» с подземной автостоянкой ММДЦ «Москва-Сити», "Комплекса капитальных спортивных сооружений в составе: центра фигурного катания для школы Е.А. Чайковской, крытого бассейна, спортивных залов, автостоянок" в г. Москве и ряда других зданий, сооружений.

Методика прошла экспертизу Межведомственного координационного научного совета по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций, протокол от 12 ноября 2008 г. № 2 (26).

Методика аттестована Правительственной комиссией по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности, протокол от 18 марта 2009 г. № 3.

## **1. НАЗНАЧЕНИЕ МЕТОДИКИ**

1.1. Методика определяет общий порядок, организацию и содержание работ научно-технического сопровождения создания и эксплуатации систем мониторинга состояния несущих конструкций зданий и сооружений.

1.2. Методика предназначена для разработки методических разделов проектов по системам мониторинга состояния несущих конструкций зданий, сооружений применительно к каждому конкретному объекту с учетом его особенностей.

1.3. Методика может быть полезна для организаций занимающихся созданием или эксплуатацией СМИК: заказчиков; разработчиков проектов; организаций, выполняющих строительно-монтажные, пуско-наладочные работы; дирекций (организаций) по эксплуатации зданий, сооружений.

## **2. МЕСТО И РОЛЬ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

2.1. В соответствии с "Положением о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций" (РСЧС) (введено Постановлением Правительства РФ от 30 декабря 2003 г. N 794) к ведению МЧС России относятся вопросы создания и развития функциональных подсистем мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования, обеспечивающих снижение риска возникновения, развития и минимизацию ущерба от чрезвычайных ситуаций.

2.2. С целью обеспечения безопасности зданий и сооружений в соответствии с ГОСТ Р 22.1.12-2005 объекты социально-бытового, жилого и иного назначения оборудуются структурированными системами мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (СМИС), информационно сопряженными с автоматизированными системами дежурно-диспетчерских служб (ДДС) зданий, сооружений и единых дежурно-диспетчерских служб (ЕДДС, ЕСОДУ) города, района с целью предупреждения возникновения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в т. ч. вызванных террористическими актами.

2.3. СМИС с целью предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций осуществляют контроль в режиме реального времени: отклонений от нормативных значений технических параметров производственных процессов, процессов обеспечения функционирования зданий и сооружений; изменения состояния несущих конструкций зданий и сооружений.

СМИС обеспечивают снижение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, представляющих угрозу для безопасности людей, в том числе при опасном изменении состояния несущих конструкций зданий и сооружений.

2.4. Для решения задачи контроля изменения состояния несущих конструкций зданий и сооружений в состав СМИС включают подсистему мониторинга состояния несущих конструкций зданий, сооружений (СМИК).

Система мониторинга состояния несущих конструкций осуществляет контроль показателей, характеризующих надежность здания, сооружения, с целью предупреждения ситуаций, при которых значения регистрируемых параметров превысят их предельно допустимые величины. Объектом мониторинга СМИК являются несущие конструкции зданий и сооружений.

2.5. Системы мониторинга состояния несущих конструкций зданий, сооружений (СМИК) в составе структурированных систем мониторинга и управления зданиями и

сооружениями (СМИС) входят в объективное звено Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Роль СММК заключается в информационном обеспечении предупреждения чрезвычайных ситуаций при представляющих угрозу для безопасности людей изменениях состояния несущих конструкций зданий и сооружений.

2.6. Системы мониторинга являются одним из элементов, обеспечивающих научно-техническое сопровождение строительства и эксплуатации зданий, сооружений.

### **3. ПОРЯДОК И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

3.1. Работы по научно-техническому сопровождению создания и эксплуатации систем мониторинга состояния несущих конструкций зданий и сооружений должны производиться специализированными научно-исследовательскими, учебными, научно-производственными организациями на основании заключаемых с ними Договоров.

Указанные организации должны иметь обученный персонал, техническое оснащение для производства работ по научно-техническому сопровождению и мониторингу состояния несущих конструкций зданий и сооружений, что должно подтверждаться соответствующими лицензиями, свидетельствами об аккредитации, сертификатами.

3.2. Научно-техническое сопровождение охватывает все стадии жизненного цикла системы мониторинга состояния несущих конструкций, при строительстве и эксплуатации здания, сооружения:

- 1) создание системы мониторинга:
  - a. проектирование системы мониторинга:
    - i. формирование требований к системе мониторинга;
    - ii. разработку концепции системы мониторинга;
    - iii. разработку специальных технических условий (разделов СТУ) на создание, технических заданий на проектирование системы мониторинга;
    - iv. разработку разделов проектной документации системы мониторинга (стадии "Проект", "Рабочая документация");
  - b. строительно-монтажные работы;
  - c. ввод в действие системы мониторинга;
- 2) эксплуатация системы мониторинга.

3.3. Перечень, содержание и требования к работам научно-технического сопровождения должны отражаться в Договоре и соответствующем техническом задании, разрабатываемом с учетом рекомендаций настоящей методики.

## **4. ПЕРЕЧЕНЬ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ НА СТАДИЯХ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

### **4.1. Научно-техническое сопровождение проектирования систем мониторинга состояния несущих конструкций**

#### **4.1.1. Формирование общих требований к системе мониторинга**

Общие требования к системе мониторинга формируются на основе проектной архитектурно-строительной документации с учетом характера и назначения, конструктивной формы, размеров, технической и социальной значимости, категории опасности объекта (по п. 4.9 ГОСТ Р 22.1.12-2005), уровня ответственности (по п.5 ГОСТ 27751-88), а также целей и задач, которые ставятся перед мониторингом на различных стадиях жизненного цикла здания, сооружения.

Требования к системе мониторинга на стадии строительства формируются на основе проекта производства работ с учетом принятых технологий на этапах строительства здания, сооружения.

Основные работы по обеспечению формирования требований к системе мониторинга должны включать:

- получение исходных данных необходимых для создания системы мониторинга состояния несущих конструкций здания, сооружения;
- обследование для получения отсутствующих и/или дополнительных исходных данных (для существующих зданий, сооружений);
- формирование требований к системе мониторинга.

4.1.1.1. Основной перечень исходных данных для создания системы мониторинга состояния несущих конструкций должен включать:

- специальные технические условия (если разрабатывались);
- материалы по объемно-планировочным и конструктивным решениям;
- общая характеристика здания, сооружения: назначение, общая площадь проектируемых зданий, их высота, глубина подземной части, решения по конструкции и др.;
- расположение строящегося здания, сооружения с указанием данных о природно-климатических условиях;
- сведения о возможных и наблюдаемых в районе площадки строительства (трассы) опасных природных процессах (землетрясениях, оползнях, селях, лавинах, абразии, переработке берегов, карсте, суффозии, просадочности

пород, наводнениях, подтоплении, эрозии, ураганах, смерчах, цунами и др.), требующих превентивных защитных мер.

- статические и динамические расчёты на проектные нагрузки и воздействия, а так же динамические характеристики конструкции;
- другие необходимые данные.

4.1.1.2. Основные работы по обследованию существующих зданий, сооружений для создания системы мониторинга состояния несущих конструкций должны включать:

- получение материалов:
  - исполнительной документации по архитектурно-планировочным решениям;
  - общей характеристики здания, сооружения;
  - данных о расположении;
  - данных о природно-климатических условиях;
  - данных о возможных и наблюдаемых в районе расположения опасных природных процессах, требующих превентивных защитных мер;
  - результатов статических расчётов на проектные, расчётные нагрузки и воздействия, а так же динамических характеристик конструкции;
  - данных проведенных периодических (внеочередных) мониторингов состояния несущих конструкций;
- проведение работ по обследованию (выборочному, сплошному) несущих конструкций

Работы по обследованию существующих зданий, сооружений для создания системы мониторинга состояния несущих конструкций должны проводиться в соответствии с действующими нормативно-техническими, методическими документами<sup>2</sup>, прошедшими экспертизу и аттестованными установленным порядком.

4.1.1.3. Работы по формированию требований к системе мониторинга состояния несущих конструкций здания, сооружения должны включать:

- анализ исходных данных (данных обследования), в том числе анализ конструктивного решения;

---

<sup>2</sup> К указанным документам относятся: СП-13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений; Методика оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений, МЧС России (аттестована Правительственной комиссией по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности протокол от 25 февраля 2003г. № 1); другие документы.

- определение назначения системы мониторинга;
- формулирование целей мониторинга;
- определение функций системы мониторинга.

В ходе анализа исходных данных осуществляется детальное изучение здания, сооружения, определяются основные потенциальные опасности и угрозы для безопасности.

При принятии решения о разработке физической исследовательской модели здания, сооружения необходимо учитывать, что на ней возможно моделирование сочетаний любых нагрузок и воздействий на несущие конструкции, включая выходящие за расчетные, а также террористические воздействия. Использование физической модели для обеспечения принятия проектных решений позволяет создавать систему мониторинга несущих конструкций наиболее полно соответствующую потенциальным угрозам.

На основании анализа потенциальных опасностей и угроз должны быть определены назначение системы мониторинга и сформулированы цели мониторинга.

Назначением системы мониторинга могут быть:

- своевременное оповещение о критическом изменении состояния несущих конструкций комплекса и обеспечение принятия обоснованных решений: по обеспечению безопасности посетителей и персонала, безопасной эксплуатации; прекращения эксплуатации;
- мониторинг и регистрация в течение всего срока эксплуатации изменений состояния несущих конструкций вследствие накопления в них эксплуатационных дефектов, которые с течением времени могут привести здание, сооружение в предельное состояние, требующее соответствующего ремонта или прекращения эксплуатации.

Целями системы мониторинга могут быть:

- обеспечение безопасности персонала, посетителей путём автоматического, в режиме реального времени мониторинга интегральных характеристик напряженно-деформированного состояния несущих конструкций, своевременного информирования дежурно-диспетчерской службы здания, сооружения и ЕДДС города, района об их критическом изменении;
- снижение риска утраты несущей конструкцией свойств, определяющих ее надежность посредством своевременного обнаружения на ранней стадии негативного изменения состояния (напряженно-деформированного состояния) несущих конструкций, которое может привести к их разрушению и повлечь людские

потери, переход здания, сооружения в ограниченно работоспособное, аварийное состояние, к полной или частичной потере несущей способности.

В соответствии с определенным назначением и сформулированными целями должны быть определены функции системы мониторинга.

Основными функциями должны быть определены:

- автоматический, в режиме реального времени мониторинг интегральных характеристик напряженно-деформированного состояния несущих конструкций здания, сооружения и информирование персонала дежурно-диспетчерской службы здания, сооружения и ЕДДС города, района о критическом изменении состояния (напряженно-деформированного состояния) несущих конструкций здания, сооружения;
- периодический автоматизированный контроль состояния несущих конструкций здания, сооружения, включающий определение их состояния, выдачу рекомендаций по обеспечению их безопасности, контроль функционирования автоматического мониторинга.

Сформированные требования к системе мониторинга должны быть оформлены в виде отчета, который утверждается Заказчиком работ по научно-техническому сопровождению.

#### 4.1.2. Разработка концепции системы мониторинга состояния несущих конструкций здания, сооружения

Основные работы по обеспечению разработки концепции системы мониторинга должны включать:

- детальное изучение исходных данных и материалов с требованиями к системе мониторинга;
- поиск путей и оценка возможности реализации требований к системе мониторинга;
- разработку альтернативных вариантов структур системы мониторинга и планов их реализации; оценку необходимых ресурсов на их реализацию и обеспечение функционирования; оценку преимуществ и недостатков каждого варианта; определение порядка оценки качества и условий приёмки системы; оценку эффектов, получаемых от системы;
- подготовку и оформление отчета, содержащего описание сформированных требований, описание и обоснование предлагаемого

варианта структуры системы и перечня задач, обеспечивающего выполнение функций мониторинга.

4.1.2.1. Поиск путей и оценка возможности реализации требований к системе мониторинга могут осуществляться методом экспертных оценок, другими подобными методами и должны быть направлены на определение основных вариантов структур систем мониторинга. В ходе этих работ должна быть оценена возможность практической реализации структур мониторинга, определены критерии оценки опасности изменения состояния несущих конструкций, критерии оценки состояния несущих конструкций, системы показателей и способы их получения и отражения в паспорте мониторинга, а также способы реализации соответствующих оценок в ходе функционирования системы мониторинга.

4.1.2.2. При разработке альтернативных вариантов структур системы мониторинга необходимо исходить из того, что основными ее подсистемами должны быть:

- сигнальная подсистема мониторинга, в первую очередь, обеспечивающая оповещение людей и, соответственно, предотвращение (снижение) потерь;
- подсистема периодического мониторинга, обеспечивающая оценку состояния несущих конструкций здания, сооружения и выдачу рекомендаций по их безопасной эксплуатации и/или усилению (восстановлению), проверку и настройку сигнальной подсистемы мониторинга.

Сигнальная подсистема мониторинга состояния несущих конструкций должна осуществлять в режиме реального времени контроль критически важных интегральных характеристик надежности конструкций зданий, сооружений, с целью оповещения о превышении предельно допустимых величин.

Подсистема периодического мониторинга состояния несущих конструкций осуществляет контроль показателей, характеризующих надежность конструкций, с целью предупреждения ситуаций, при которых значения регистрируемых параметров превысят их предельно допустимые величины, установленные нормами проектирования конструкций. Одним из результатов периодического мониторинга является оценка надежности здания, сооружения - возможность выполнения заданных функций в течение промежутка времени до следующего этапа периодического мониторинга.

Периодический мониторинг состояния несущих конструкций носит, как правило, комплексный характер, включающий визуальный контроль, приборное (инструментальное) обследование, если необходимо – автоматизированный

мониторинг. Периодичность и задачи, которые решаются в каждом из этих видов контроля, определяются в регламенте работ периодического (внеочередного) мониторинга.

В концепции для каждой из предложенных структур должно быть представлено описание функционирования системы мониторинга.

4.1.2.3. Основными задачами могут быть определены:

для сигнальной подсистемы

- сбор данных от датчиков, установленных в критически важных точках несущих конструкций здания, сооружения;
- обработка полученных данных, определение интегральных характеристик и показателей изменения состояния несущих конструкций здания, сооружения;
- информирование ДДС объекта и ЕДДС города, района о критически важном ухудшении состояния несущих конструкций здания, сооружения;

для подсистемы периодического мониторинга

- сбор и обработку требуемых для оценки состояния несущих конструкций здания, сооружения данных:
  - от датчиков сигнальной подсистемы, других подсистем мониторинга (например, геотехнического);
  - от дополнительных инструментальных средств наблюдений за деформациями и перемещением несущих конструкций и грунта;
  - визуальных наблюдений;
- определение:
  - несущей способности здания, сооружения;
  - категории состояния, здания, сооружения;
- обеспечение выдачи:
  - заключений о состоянии несущих конструкций здания, сооружения;
  - рекомендаций:
    - по усилению несущих конструкций;
    - по безопасной эксплуатации;
- проверка и настройка сигнальной подсистемы мониторинга.

4.1.3. Разработка специальных технических условий (разделов СТУ) на создание и/или технических заданий на проектирование системы мониторинга состояния несущих конструкций зданий, сооружений

4.1.3.1. В соответствии с "Положением о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию" (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87), в случае если для разработки системы мониторинга состояния несущих конструкций здания, сооружения недостаточно требований по надежности и безопасности, установленных нормативными техническими документами, или такие требования не установлены, разработке проектной документации должны предшествовать разработка и утверждение в установленном порядке специальных технических условий (СТУ).

4.1.3.2. В СТУ включаются требования к системе мониторинга на весь ее жизненный цикл от создания и до эксплуатации включительно. СТУ на систему мониторинга могут включаться в виде раздела СТУ на создание структурированной системы мониторинга и управления инженерными системами (СМИС) здания, сооружения.

4.1.3.3. СТУ на создание системы мониторинга состояния несущих конструкций здания, сооружения разрабатываются специализированными организациями – разработчиками нормативно-технических документов федерального уровня по мониторингу.

4.1.3.4. В СТУ должны быть представлены разработанные в соответствии с концепцией следующие основные требования к системе мониторинга и обеспечению ее функционирования:

- к системе мониторинга в целом: назначение; цели создания;
- к структуре и функционированию;
- к объему мониторинга параметров состояния несущих конструкций;
- к способам и средствам связи для информационного обмена между компонентами системы;
- к обеспечению взаимосвязей с ЕДДС города, района;
- к режимам функционирования;
- к численности и квалификации персонала;
- к надежности;
- к помещениям для размещения персонала и технических средств системы, к параметрам сетей энергоснабжения;

- к функциям (задачам), выполняемым персоналом - в автоматизированном режиме и выполняемым комплексом средств автоматизации системы мониторинга - в автоматическом режиме;
- к видам обеспечения (математическому, информационному, лингвистическому, программному, техническому, методическому);
- к порядку разработки, к составу и содержанию работ по созданию системы;
- к составу, структуре и содержанию разделов проектной документации;
- к порядку контроля и приемки системы.

4.1.3.5. В требованиях к функциям (задачам) системы, выполняемым в автоматическом режиме должна быть задана задержка реакции системы мониторинга от момента изменения контролируемых параметров до выдачи сообщения (сигнала) об изменении состояния несущих конструкций.

4.1.3.6. В требованиях к функциям (задачам) системы, выполняемым в автоматизированном режиме должна быть задана задержка реакции системы мониторинга от момента изменения контролируемых параметров до выдачи заключения о категории состояния здания, сооружения и предложений по обеспечению безопасности здания, сооружения.

4.1.3.7. Научно-техническое сопровождение разработки технического задания на проектирование заключается в обеспечении отражения в нем сформированных требований к проектированию системы мониторинга в соответствии с разработанными СТУ и концепцией. Аналогичные вопросы решаются при согласовании ТЗ.

4.1.3.8. Специальные технические условия на создание системы мониторинга состояния несущих конструкций здания, сооружения должны разрабатываться с учетом Специальных технических условий на проектирование, строительство и эксплуатацию объекта.

4.1.4. Разработка проектных решений системы мониторинга состояния несущих конструкций

4.1.4.1. На основании сформированных требований, разработанной концепции, СТУ и технического задания рекомендуется разработать программу производства работ по созданию системы мониторинга состояния несущих конструкций.

В программе производства рекомендуется отражать содержание работ по созданию системы мониторинга на следующих стадиях:

- проектирования СМИК стадия "Проект", "Рабочая документация";
- строительно-монтажные работы: возведение подземной, надземной части здания, сооружения;

- ввод в действие СМИК;
- эксплуатация здания, сооружения.

#### 4.1.4.2. Обеспечение разработки проектных решений для уникальных зданий, сооружений

В случае принятия решения по разработке физической исследовательской модели рекомендуется для обоснования проектных решений по системе мониторинга выполнение следующих работ:

- создание физической исследовательской модели адекватной зданию, сооружению:
  - получение и анализ исходных данных для разработки физической исследовательской модели (характеристик конструкций и материалов, расчётов конструкций на статические и динамические нагрузки, на просадку основания, ветровые нагрузки, на воздействия и др.);
  - разработка и построение физической исследовательской модели;
  - обеспечение адекватности физической исследовательской модели проектируемому зданию, сооружению в соответствии с полученными исходными данными и получением экспериментальных подтверждений;
- определение сочетаний нагрузок и воздействий на здание, сооружение;
- разработка вариантов проектных решений для системы мониторинга и выбор наиболее рациональных, путем моделирования сочетаний нагрузок и воздействий на несущие конструкции физической исследовательской модели и модельной оценки функционирования системы мониторинга по регистрации соответствующих изменений напряжённо-деформированного состояния несущих конструкций;
- экспериментальная проверка на физической модели определения категорий состояния несущих конструкций здания, сооружения в соответствии с "Методикой оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений"<sup>3</sup> или другой методикой аттестованной в установленном порядке;

---

<sup>3</sup> "Методика оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений", М., МЧС России ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2003. Аттестована Правительственной комиссией по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности, протокол от 25 февраля 2003 г. № 1.

- разработка компьютерной модели здания, сооружения адекватной физической исследовательской модели и проектируемой системе мониторинга состояния несущих конструкций;
- разработка для физической исследовательской модели паспорта мониторинга состояния несущих конструкций здания, сооружения, предназначенного для обеспечения настроек проектируемой системы мониторинга на стадии ввода в действие.

Для уникальных зданий, сооружений, в том случае, если физическая исследовательская модель не разрабатывается, а также для не типовых, рекомендуется для обоснования проектных решений по системе мониторинга выполнение следующих работ:

- анализ расчётов несущих конструкций на нагрузки и воздействия, выполненных при проектировании сооружения;
- разработка компьютерной модели объекта (здания, сооружения и модели системы мониторинга);
- определение сочетаний нагрузок и воздействий на здание, сооружение;
- проведение дополнительных моделирования и расчетов на определенные сочетания нагрузок и воздействий (при необходимости);
- проверка проектных решений для системы мониторинга и выбор наиболее рациональных, путем моделирования сочетаний нагрузок и воздействий на компьютерных моделях объекта и модельной оценки функционирования системы мониторинга по регистрации соответствующих изменений напряженно-деформированного состояния несущих конструкций;
- разработка на компьютерной модели объекта матрицы граничных значений интегральных характеристик состояния здания, сооружения, предназначенной для обеспечения настроек системы мониторинга на стадии ввода в действие.

4.1.4.3. Обеспечение разработки проектных решений для типовых<sup>4</sup> зданий, сооружений

Для типовых зданий, сооружений рекомендуется для обоснования проектных решений по системе мониторинга выполнение следующих работ:

---

<sup>4</sup> В данной методике под типовыми понимаются здания, сооружения, для которых существуют построенные по аналогичному проекту и оснащенные СМИК здания, сооружения. Под не типовыми понимаются здания, сооружения, подпадающие под оборудование СМИК в соответствии действующими нормативно-правовыми документами, для которых не существует зданий, сооружений построенных по аналогичным проектам и оснащенных СМИК.

- анализ расчётов несущих конструкций на нагрузки и воздействия, выполненных при проектировании сооружения;
- получение ранее разработанных компьютерных моделей объектов (здания, сооружения и модели системы мониторинга), расчетных моделей (расчетов) на данный тип здания, сооружения;
- определение (уточнение) сочетаний нагрузок и воздействий на здание, сооружение;
- проведение дополнительных моделирования и расчетов на определенные сочетания нагрузок и воздействий (при необходимости);
- адаптация полученных компьютерных моделей объекта, расчетных моделей под данное здание, сооружение в соответствии с полученными исходными данными;
- проверка проектных решений для системы мониторинга и выбор наиболее рациональных, путем моделирования сочетаний нагрузок и воздействий на адаптированных моделях и модельной оценки функционирования модели системы мониторинга по регистрации соответствующих изменений напряженно-деформированного состояния несущих конструкций;
- разработка на адаптированной компьютерной модели объекта матрицы граничных значений интегральных характеристик здания, сооружения, предназначенной для обеспечения настроек системы мониторинга на стадии ввода в действие.

4.1.5. Вопросы научно-технического сопровождения, отражаемые в методическом разделе проектной документации по системе мониторинга состояния несущих конструкций

#### 4.1.5.1. Разработка паспорта мониторинга состояния несущих конструкций

Разработка паспорта мониторинга заключается в разработке включаемых в него документов и моделей:

- заключения о состоянии несущих конструкций здания, сооружения, рекомендации по усилению, восстановлению несущих конструкций полученные в результате работ периодического (внеочередного) мониторинга, рекомендаций по совершенствованию математического,

программного и методического обеспечения системы мониторинга (при необходимости)<sup>5</sup>;

- компьютерной модели объекта (здания, сооружения и его системы мониторинга – СММК), адекватной текущему состоянию несущих конструкций;
- матрицы граничных значений интегральных характеристик соответствующих нарушению нормальной эксплуатации и предаварийному изменению состояния несущих конструкций для каждого из определенных воздействий и/или нагрузок на строительные конструкции здания, сооружения.

#### 4.1.5.2. Разработка адекватной компьютерной модели объекта

Компьютерная модель объекта должна позволять рассчитывать любые перемещения (линейные и угловые), деформации элементов и динамические параметры (собственные формы, частоты и амплитуды колебаний) для всех нормативных и расчетных видов нагрузок и/или воздействий, в том числе импульсных (землетрясения, взрывы).

Компьютерная модель объекта разрабатывается с использованием специализированных программных средств, имеющих сертификаты, подтверждающие их применимость для решения задач моделирования.

Рекомендуется в общем случае предусматривать следующую последовательность разработки компьютерной модели объекта:

- разработка модели несущих конструкций здания;
- включение в модель сети точек контроля интегральных характеристик;
- проведение "зеркальных" натурных и модельных экспериментов путем приложения определенных<sup>6</sup> нагрузок и/или воздействий на здание, сооружение и на его компьютерную модель;
- корректировка компьютерной модели до тех пор, пока сопоставление интегральных характеристик, полученных путем измерений в контрольных точках в ходе натурного эксперимента и полученных в ходе моделирования не покажут расхождений соответствующих допустимой погрешности;

*Полученная в результате компьютерная модель является адекватной зданию, сооружению в границах зоны, охватывающей примененные в ходе экспериментов нагрузки и/или воздействия, – зоны адекватности.*

---

<sup>5</sup> Указанные заключения и рекомендации являются результатом проведения работ по обследованию (выборочному, сплошному) несущих конструкций.

<sup>6</sup> При определении нагрузок, воздействий и их сочетаний для экспериментов рекомендуется использовать близкие по значениям к заданным нормативным, расчетным.

- определение по данным моделирования и экспертных оценок критически важных точек несущих конструкций и мест установки датчиков для контроля интегральных характеристик в этих точках, включение их в модель;
- обеспечение возможности получения значений соответствующих интегральных характеристик несущих конструкций по данным, получаемым с мест установки датчиков системы мониторинга в ходе модельных экспериментов.

*Полученная в результате компьютерная модель объекта является адекватной зданию, сооружению и системе мониторинга в границах зоны адекватности.*

#### 4.1.5.3. Разработка матрицы граничных значений интегральных характеристик

Матрица граничных значений интегральных характеристик разрабатывается для оценки состояния несущих конструкций зданий, сооружений по критериям - нарушение нормальной эксплуатации и предаварийное изменение состояния несущих конструкций.

Рекомендуется следующая последовательность разработки матрицы граничных значений интегральных характеристик:

- проведение модельных экспериментов путем моделирования нормативных, расчетных нагрузок и/или воздействий на компьютерную модель здания, сооружения;
- формирование по данным, получаемым в ходе модельных экспериментов по всем точкам установки датчиков матрицы граничных значений интегральных характеристик несущих конструкций.

Полученная матрица граничных значений интегральных характеристик несущих конструкций используется для формирования матрицы настроек программного комплекса сигнальной подсистемы мониторинга.

В случае, когда нормативные, расчетные нагрузки и/или воздействия, моделируемые при разработке матрицы граничных значений интегральных характеристик, выходят за границы зоны адекватности компьютерной модели объекта, можно говорить об экстраполяции зоны адекватности. Матрица граничных значений интегральных характеристик несущих конструкций полученная для экстраполированной области зоны адекватности носит прогнозный характер.

#### 4.1.5.4. Определение критериев оценки напряженно-деформированного состояния несущих конструкций и контролируемых в процессе мониторинга параметров

Для разработки матриц граничных значений интегральных характеристик соответствующих нарушению нормальной эксплуатации и предаварийному изменению состояния несущих конструкций здания, сооружения должна быть решена задача выбора критериев оценки напряженно-деформированного состояния несущих конструкций и контролируемых в процессе мониторинга параметров.

При определении таких критериев целесообразно исходить из принципов методики предельных состояний, положенных в основу обеспечения надёжности в строительстве (ГОСТ 27751-88 «Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету»).

Согласно этой методике различают два основных предельных состояния здания, сооружения:

- 1-е предельное состояние, когда конструкция полностью утрачивает свои эксплуатационные свойства, например, разрушается, теряет устойчивость, опрокидывается и т. д. При проектировании в этом случае исходят из максимально возможных - расчётных нагрузок и/или воздействий и минимально возможных - расчётных сопротивлений конструкционных материалов;
- 2-е предельное состояние, когда при сохранении несущей способности затруднена нормальная эксплуатация сооружения. Например, перемещения (прогибы) конструкций приводят к нарушению работы технологического оборудования, колебания конструкций вызывают дискомфортное состояние людей, находящихся в помещениях верхних этажей высотного здания. Проектирование зданий, сооружений в этом случае выполняется, исходя из так называемых нормативных значений пониженных для нагрузок и /или воздействий и повышенных для прочности материала, так как предполагается, что такое дискомфортное состояние будет кратковременным или может быть устранено штатными средствами. После чего сооружение будет полностью удовлетворять эксплуатационным требованиям, в том числе требованиям безопасности.

Исходя из этих положений, рекомендуется определить критерии оценки напряженно-деформированного состояния несущих конструкций и контролируемые в процессе мониторинга параметры (показатели).

Согласно ГОСТ 27751-88 общие условия обеспечения надёжности сооружений заключаются в том, чтобы показатели напряженно-деформированного состояния конструкций (деформации, перемещения, в том числе динамические, раскрытие

трещин и т. п.) не превышали соответствующих им предельных значений, устанавливаемых нормами проектирования конструкций.

Критерии оценки напряженно-деформированного состояния несущих конструкций и контролируемые в процессе мониторинга параметры (показатели) должны использоваться для принятия решений:

- по обеспечению безопасности людей (эвакуация);
- по переводу здания, сооружения в режим аварийной эксплуатации (противоаварийные мероприятия по минимизации возможных последствий);
- по усилению несущих конструкций здания, сооружения.

4.1.5.5. Структура и техническое обеспечение системы мониторинга состояния несущих конструкций

Обеспечение решений вопросов построения и технического обеспечения мониторинга должно включать следующие основные работы:

- обоснование структуры системы мониторинга;
- обоснование требований к характеристикам датчиков и регистрирующих устройств, мест, технологий и конструкторских решений по их установке.

4.1.5.6. Математическое обеспечение системы мониторинга состояния несущих конструкций

Обеспечение решений вопросов математического обеспечения мониторинга должно включать следующие основные работы по разработке математических моделей, алгоритмов:

- обработки данных датчиков и регистрирующих устройств и получения интегральных характеристик состояния несущих конструкций:
  - получения спектров реакции (передаточных функций);
  - собственных частот и форм колебаний;
  - коэффициентов демпфирования;
  - и др.
- определения критериев, показателей для оценки:
  - нарушения нормальной эксплуатации и предаварийного изменения состояния несущих конструкций;
  - категорий состояния несущих конструкций;
- определения нарушения нормальной эксплуатации и предаварийного изменения состояния несущих конструкций здания, сооружения;
- определения категорий состояния несущих конструкций;

может включать разработку математических моделей, алгоритмов:

- распознавания наиболее вероятных:
  - нагрузок и/или воздействий на несущие конструкции;
  - сценариев повреждений несущих конструкций;
- оценки возможных масштабов повреждений несущих конструкций.

4.1.5.7. Методическое обеспечение системы мониторинга состояния несущих конструкций

Обеспечение решений вопросов методического обеспечения мониторинга должно включать следующие основные работы:

- разработку:
  - технологических регламентов установки датчиков и регистрирующих устройств<sup>7</sup> во время строительства;
  - регламентов действий персонала, дежурно-диспетчерской службы (ДДС) здания, сооружения при регистрации нарушении нормальной эксплуатации и предаварийном изменении состояния несущих конструкций;
  - программы и методики и испытаний системы мониторинга;
  - регламенты работ периодического (внеочередного) мониторинга.

## **4.2. Научно-техническое сопровождение создания систем мониторинга состояния несущих конструкций в ходе строительно-монтажных работ**

4.2.1. Основными работами научно-технического сопровождения создания систем мониторинга в ходе строительно-монтажных работ являются:

- периодический мониторинг возводимых несущих конструкций:
  - визуальное обследование;
  - инструментальные наблюдения:
    - за изменением состояния грунтов, уровней, составом, направлением и скоростями движения подземных вод, изменением температурных полей с использованием серии скважин;
    - за осадками здания;
    - геодезическая съемка положения несущих конструкций;

---

<sup>7</sup> Системы мониторинга несущих конструкций могут оборудоваться датчиками и регистрирующими устройствами, предназначенными для измерения: давления (для измерения контактных усилий); деформаций и перемещений, возникающих в стволе свай, в монолитных стенах ядра жесткости; деформаций, возникающих в арматуре и бетоне; измерения кренов фундаментов и конструкций подземной части здания. В качестве датчиков могут использоваться инклинометры, акселерометры, регистраторы осадок; приемники GPS; и др.

- оценка состояния возводимых несущих конструкций и выдача рекомендации по их укреплению (при необходимости);
- надзор за соблюдением технологического регламента установки датчиков и регистрирующих устройств системы мониторинга в процессе изготовления и монтажа строительных конструкций;
- надзор за реализацией проектных решений по системе мониторинга при возведении здания, сооружения.

4.2.2. Мониторинг на стадии выполнения строительных работ в грунтах и строительно-монтажных работ должен вестись в соответствии с нормативной документацией, регламентирующей эти виды деятельности.

### **4.3. Научно-техническое сопровождение работ по вводу в действие системы мониторинга состояния несущих конструкций**

4.3.1. Научно-техническое сопровождение по вводу в действие и настройке системы мониторинга должно включать следующие основные работы:

- обеспечение адекватности компьютерной модели объекта построенному зданию, сооружению;
- разработка паспорта мониторинга для СМИК построенного здания, сооружения по компьютерной модели объекта для определенных сочетаний нагрузок, воздействий;
- тестирование категорий состояния несущих конструкции в соответствии с "Методикой оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений" (или другой аттестованной установленным порядком) по компьютерной модели объекта адекватной построенному зданию, сооружению;
- идентификация интегральных характеристик (собственных частот, других измеряемых параметров несущих конструкций здания) системой мониторинга в ходе предварительных испытаний СМИК здания, сооружения;
- настройка программного комплекса СМИК в соответствии с паспортом мониторинга;
- разработка регламента работ периодического (внеочередного) мониторинга на стадии эксплуатации на основании данных геомониторинга, компьютерного моделирования и обследования здания, сооружения;
- участие в приемо-сдаточных испытаниях системы мониторинга.

4.3.2. Обеспечение адекватности разработанной на стадии проектирования компьютерной модели объекта построенному зданию, сооружению должна осуществляться в путем проведения экспериментов описанных в п. 4.1.5.2 данной методики.

4.3.3. На основании данных моделирования на адекватной компьютерной модели объекта уточняется паспорт мониторинга для построенного здания, сооружения.

На основании паспорта мониторинга производится настройка программного комплекса СММК.

## 5. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

5.1. Научно-техническое сопровождение на стадии эксплуатации системы мониторинга должно включать следующие основные работы:

- периодический мониторинг состояния несущих конструкций в соответствии с регламентом (в период действия гарантийных обязательств 2 раза: в зимний и летний период; после истечения гарантийных обязательств 1 раз в 5 лет, периодичность уточняется по результатам эксплуатации) и включением работ по полному обследованию здания, сооружения в том числе:
  - обновление паспорта мониторинга по результатам периодического мониторинга:
    - дополнение заключениями о состоянии несущих конструкций;
    - проверка и уточнение (при необходимости) параметров компьютерной модели объекта (для обеспечения адекватности);
    - корректировка (при необходимости) матриц граничных значений интегральных характеристик, соответствующих нарушению нормальной эксплуатации и предаварийному изменению состояния несущих конструкций;
  - корректировка (при необходимости) настроек программного комплекса СМИК в соответствии с изменением матриц граничных значений интегральных характеристик состояния несущих конструкций;
- внеочередной мониторинг состояния несущих конструкций - работы производятся при получении от сигнальной системы СМИК сообщений о нарушении нормальной эксплуатации или предаварийном изменении состояния несущих конструкций с включением работ по полному (выборочному) обследованию здания, сооружения.

## 6. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

При составлении методики использованы следующие документы.

1. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 12.12.1994 г. 68-ФЗ
2. ГОСТ Р 22.1.12 - 2005 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования». Утвержден руководителем Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Г.И. Элькиным 28 марта 2005 г. приказ № 65-СТ.
3. ГОСТ 27751-88 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету (с учетом изменения № 1).
4. МГСН 4.19-05 «Многофункциональные высотные здания и комплексы»
5. СП-13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.
6. ВСН 48-86 (р) Правила безопасности при проведении обследований жилых зданий для проектирования капитального ремонта.
7. ВСН 53-86 р Правила оценки физического износа жилых зданий.
8. ВСН 57-88 р Положение по техническому обследованию жилых зданий.
9. ТР 182-06 Технические рекомендации по проведению научно-технического сопровождения строительства большепролетных, высотных и других уникальных зданий и сооружений.
10. МР «Методические рекомендации по вибродиагностике автодорожных мостов», Росавтодор, распоряжение № 2166-Р от 07.08.01 г.
11. Методика МЧС России Методика оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений (аттестована Правительственной комиссией по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности протокол от 25 февраля 2003г. № 1)
12. Методика МЧС России "Методика оценки систем безопасности и жизнеобеспечения на потенциально-опасных объектах, зданиях и сооружениях", 2003 г. Аттестована правительственной комиссией по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности. Протокол от 19.12.03 №9.
13. Научно-технический отчет «НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ ЛЕДОВОГО ДВОРЦА СПОРТА НА ХОДЫНСКОМ ПОЛЕ В ЧАСТИ ПОКРЫТИЯ», М., МГСУ, 2007г., 48 л.

14. Научно-технический отчет ВЫПОЛНЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ (СМНК) ЛЕДОВОГО ДВОРЦА СПОРТА НА ХОДЫНСКОМ ПОЛЕ (Г. МОСКВА), М., ОАО ЦНИИС, 2007г., 47 л.
15. Отчет по результатам выполнения научно-исследовательской работы «Научно-методическое сопровождение создания системы мониторинга инженерных конструкций здания «Ледового дворца спорта на Ходынском поле», М., ИО РАСС, 2007г., 54 л.
16. Отчет по результатам выполнения научно-исследовательской работы «Научно-техническое сопровождение проектирования системы мониторинга инженерных конструкций многофункционального комплекса «Московский дворец бракосочетаний» с подземной автостоянкой по адресу: г. Москва, Краснопресненская наб., участки №№ 2,3 ММДЦ «Москва-Сити» (НИР-РАСС СМИК-П МДБ), М., ИО РАСС, 2007г., 50 л.
17. Научно-технический отчет «Научно-Техническое сопровождение проектирования системы мониторинга инженерных конструкций многофункционального комплекса «Московский дворец бракосочетаний» с подземной автостоянкой, расположенного по адресу: г. Москва, Краснопресненская наб., участки №№ 2, 3 ММДЦ «Москва-Сити». М., МГСУ 2007г., 14 л.
18. Отчет «ОКАЗАНИЕ ИНЖЕНЕРНО-КОНСУЛЬТАЦИОННЫХ УСЛУГ ПО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМУ СОПРОВОЖДЕНИЮ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «МОСКОВСКИЙ ДВОРЕЦ БРАКОСОЧЕТАНИЙ» С ПОДЗЕМНОЙ АВТОСТОЯНКОЙ, РАСПОЛОЖЕННОГО ПО АДРЕСУ: Г. МОСКВА, КРАСНОПРЕСНЕНСКАЯ НАБ., УЧАСТКИ №№ 2,3 ММДЦ «МОСКВА-СИТИ». М., ОАО ЦНИИС, 2007г., 59 л.
19. Отчет «ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА С «МОСКОВСКИМ ДВОРЦОМ БРАКОСОЧЕТАНИЙ» И ПОДЗЕМНОЙ АВТОСТОЯНКОЙ ПО АДРЕСУ: Г. МОСКВА, КРАСНОПРЕСНЕНСКАЯ НАБ., УЧАСТКИ №№ 2,3 ММДЦ «МОСКВА-СИТИ». М., ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2007, 49л.

20. Отчет «РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ РАЗДЕЛА 1 ПРОЕКТА «СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОМПЛЕКСА КАПИТАЛЬНЫХ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ В СОСТАВЕ: ЦЕНТРА ФИГУРНОГО КАТАНИЯ ДЛЯ ШКОЛЫ Е.А. ЧАЙКОВСКОЙ, КРЫТОГО БАССЕЙНА, СПОРТИВНЫХ ЗАЛОВ, АВТОСТОЯНОК ПО АДРЕСУ: Г. МОСКВА, СЗАО, МКРН. СТРОГИНО, УЛ. ТАЛЛИНСКАЯ, ВЛ. 40 НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ С УЛ. МАРШАЛА КАТУКОВА, – «МЕТОДИКИ МОНИТОРИНГА ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ (КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ), НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ». М., ОАО ЦНИИС, 2008 г., 31 л.
21. Научно-технический отчет «Рецензирование и подготовка заключения на раздел 1 проекта «Автоматизированная система мониторинга деформационного состояния конструкций комплекса капитальных спортивных сооружений в составе: центра фигурного катания для школы Е.А. Чайковской, крытого бассейна, спортивных залов, автостоянок (СМИК ККСС) по адресу: г. Москва, СЗАО, мкрн. Строгино, ул. Таллинская, вл. 40 на пересечении с ул. Маршала Катукова, – «Методику мониторинга изменения состояния инженерно-технических конструкций (конструктивных элементов), несущих конструкций». М., МГСУ, 2008 г., 14 л.

## 7. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей методике применяют следующие термины с соответствующими определениями.

- **Адекватность модели зданию, сооружению** – критерий соответствия, позволяющий принимать решение о возможности использования данных полученных путем проведения экспериментов на компьютерной модели объекта для настройки системы мониторинга состояния несущих конструкций здания, сооружения. Адекватность компьютерной модели объекта зданию, сооружению здесь означает, что при производстве определенных воздействий, нагрузок на здании, сооружении и моделировании соответствующих воздействий, нагрузок на компьютерной модели объекта, интегральные характеристики, полученные путем измерений в ходе натурного эксперимента и полученные модельные интегральные характеристики, практически совпадают, расхождение соответствует допустимой погрешности. **Зона адекватности** – это область, охватывающая множество воздействий на здание, сооружение и соответствующую ей область воздействий на компьютерную модель объекта, для которой подтверждена адекватность. **Экстраполяция зоны адекватности** – расширение зоны адекватности, как правило, до таких значений воздействий, которые нельзя воспроизвести на здании, сооружении (взрыв, сверх расчетные нагрузки и воздействия).
- **Автоматизированный мониторинг состояния несущих конструкций** – мониторинг, с помощью аппаратно - программных средств с участием человеческого фактора.
- **Автоматический мониторинг состояния несущих конструкций** – мониторинг с помощью аппаратно - программных средств без участия человеческого фактора.
- **Геотехнический мониторинг** - контроль и прогнозирование состояния системы природные объекты - сооружение, с целью выработки решений по обеспечению надёжности функционирования сооружения на всех стадиях жизненного цикла. Под системой природных объектов - сооружений, понимается система прямо связанных друг с другом природных и технических объектов, когда функционирование технического объекта сильно зависит от природного и наоборот.
- **Граничные значения интегральных характеристик несущих конструкций** – используемые для настройки сигнальной подсистемы мониторинга и предназначенные для оценки изменения состояния несущих конструкций

сооружения граничные значения для каждого из определенных воздействий и/или нагрузок на несущие конструкции.

- **Задержка реакции системы мониторинга состояния несущих конструкций** – промежуток времени от момента изменения контролируемых параметров до выдачи сообщения (сигнала) об изменении состояния несущих конструкций - для сигнальной подсистемы или до выдачи заключения о категории состояния здания, сооружения и предложений по обеспечению безопасности здания, сооружения – для подсистемы периодического мониторинга.
- **Интегральная характеристика состояния несущих конструкций** – параметр состояния несущих конструкций, являющийся инвариантом по отношению к внешним воздействиям. Например, результирующее перемещение, энергия деформирования, собственные колебания, коэффициенты демпфирования, передаточные функции.
- **Комбинированный мониторинг состояния несущих конструкций** – комбинация автоматического и периодического мониторинга.
- **Компьютерная модель объекта** – модель несущих конструкций здания, сооружения с установленными на них датчиками СМИК. Предназначена для проведения модельных экспериментов, включающих: моделирование в режиме реального времени воздействий и/или нагрузок на строительные конструкции, получение интегральных характеристик с мест расположения датчиков СМИК. Компьютерная модель объекта, удовлетворяющая требованиям адекватности, используется для получения матриц граничных значений интегральных характеристик соответствующих нарушению нормальной эксплуатации и предаварийному изменению состояния несущих конструкций здания, сооружения для каждого из определенных воздействий и/или нагрузок на строительные конструкции.
- **Критерии оценки изменения состояния несущих конструкций здания, сооружения:**
  - **состояние нарушения нормальной эксплуатации** – соответствует 2-му предельному состоянию, для которого значения определенных при мониторинге интегральных характеристик несущих конструкций находятся в границах определенных в паспорте мониторинга для нагрузок и/или воздействий в диапазоне от нормативных до расчётных;
  - **предаварийное изменение состояния** – соответствует 1-му предельному состоянию, когда значения определенных при мониторинге интегральных

характеристик несущих конструкций находятся в границах определенных в паспорте мониторинга для нагрузок и/или воздействий равных или превышающими расчётные.

- **Критически важные точки** - строительные конструкции и их узлы, инженерные и другие системы, выход из строя которых может привести к развитию чрезвычайных ситуаций.
- **Матрица граничных значений интегральных характеристик** — совокупность значений параметров состояния несущих конструкций, указанных в паспорте мониторинга состояния несущих конструкций здания или сооружения, соответствующих нарушению нормальной эксплуатации и предаварийному изменению состояния несущих конструкций здания или сооружения для каждого из определенных воздействий и/или нагрузок на несущие конструкции. Используется в СМИК для сопоставления с определенными при мониторинге значениями интегральных характеристик несущих конструкций и формирования сообщений о нарушении нормальной эксплуатации несущих конструкций или предаварийном изменении состояния несущих конструкций.
- **Матрица настроек** – матрица программного комплекса СМИК для сигнальной подсистемы мониторинга. Содержит данные матрицы граничных значений интегральных характеристик из паспорта мониторинга состояния несущих конструкций здания, сооружения, соответствующие нарушению нормальной эксплуатации и предаварийному изменению состояния несущих конструкций. При сопоставлении определяемых при мониторинге интегральных характеристик состояния несущих конструкций с данными матрицы настроек программный комплекс СМИК может формировать сообщения об инциденте (нарушение нормальной эксплуатации несущих конструкций) или аварии (предаварийное изменение состояния несущих конструкций).
- **Мониторинг состояния несущих конструкций** – отслеживание изменения состояния несущих конструкций здания, сооружения.
- **Надежность здания, сооружения** - свойство здания, сооружения выполнять заданные функции в течение требуемого промежутка времени. [ГОСТ 27751-88].
- **Напряженно-деформированное состояние** – совокупность тензора напряжений и тензора деформаций, связанных между собой физическими законами поведения материала под нагрузкой, относящиеся к произвольным точкам деформируемого твердого тела.

- **Несущие конструкции** - конструктивные элементы здания или сооружения, воспринимающие основные нагрузки (напор ветра, вес снега, находящихся в здании людей, оборудования, давление грунта на подземные части здания и т. п.). По характеру этих нагрузок различают Н. к.: работающие на сжатие (колонны) отдельные опоры, фундаменты, стены, несущие стеновые панели и др. ); работающие преимущественно на изгиб (панели и балки перекрытий, стропильные и мостовые фермы, ригели рам и др.); работающие в основном на растяжение (мембраны, ванты, подвески, оттяжки и т. д. ). В зависимости от геометрической формы Н. к. подразделяют на линейные (балки, колонны, стержневые системы); плоскостные (плиты, панели, настилы); пространственные (оболочки, своды, объёмные элементы). Н. к. здания (сооружения) в совокупности образуют его несущий остов, который должен обеспечивать пространственную неизменяемость, прочность, жёсткость и устойчивость здания (сооружения). [БСЭ].
- **Обследование выборочное** – разновидность детального (инструментального) обследования в соответствии с СП 13-102-2003.
- **Обследование сплошное** – разновидность детального (инструментального) обследования в соответствии с СП 13-102-2003.
- **Паспорт мониторинга состояния несущих конструкций** – совокупность документов и моделей: заключений периодических, внеочередных мониторингов; компьютерной модели объекта адекватной текущему состоянию несущих конструкций; матриц граничных значений интегральных характеристик соответствующих нарушению нормальной эксплуатации и предаварийному изменению состояния несущих конструкций здания, сооружения для каждого из определенных воздействий и/или нагрузок на строительные конструкции. Данные паспорта мониторинга используются для формирования матрицы настроек программного комплекса СММК.
- **Периодический мониторинг состояния несущих конструкций** – мониторинг, при котором между циклами сбора данных – обработки – достижения цели мониторинга проходит предусмотренный регламентом период времени.
- **Режим реального времени** – режим работы сигнальной подсистемы мониторинга, при котором жестко ограничивается время задержки реакции системы на изменение интегральных характеристик состояния несущих конструкций. Нарушение этого ограничения считается отказом системы.
- **Сценарий повреждений** – технологическое описание приложения нагрузки, воздействия и (или) образования дефекта в конструкции.

- **Состояние несущих конструкций** — оценка пригодности несущих конструкций к нормальной эксплуатации, определяемая по совокупности интегральных характеристик.
- **Физическая исследовательская модель здания, сооружения** — это модель, создаваемая путем замены здания, сооружения моделирующими устройствами, которые имитируют их определенные характеристики либо свойства. При этом моделирующее устройство имеет ту же качественную природу, что и моделируемое здание, сооружение. Физические модели используют эффект масштаба в случае возможности пропорционального применения всего комплекса изучаемых свойств.

## **8. ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

<b>ДДС</b>	<b>ДЕЖУРНО-ДИСПЕТЧЕРСКАЯ СЛУЖБА</b>
<b>ЕДДС</b>	<b>ЕДИНАЯ ДЕЖУРНО-ДИСПЕТЧЕРСКАЯ СЛУЖБА</b>
<b>ЕСОДУ</b>	<b>ЕДИНАЯ СИСТЕМА ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ</b>
<b>МЧС РОССИИ</b>	<b>МИНИСТЕРСТВО ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</b>
<b>СМИК</b>	<b>СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ</b>
<b>СМИС</b>	<b>СТРУКТУРИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ ЗДАНИЯ, СООРУЖЕНИЯ</b>