

ООО «СИТИС»
Стандарт организации

ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
РУКОВОДСТВО ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
РАСЧЕТОВ И МОДЕЛИРОВАНИЮ

СТО СИТИС-102-16А

Екатеринбург
2016

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены [Федеральным законом](#) от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ «О техническом регулировании», а общие правила применения стандартов организаций изложены в [ГОСТ Р 1.0-2012](#) «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения».

Настоящий стандарт организации является документом в области стандартизации и применяется в соответствии с Законом «О техническом регулировании», а также с 01 июня 2016 года в соответствии с Законом «О стандартизации в Российской Федерации»

Сведения о стандарте

1. РАЗРАБОТАН ООО «СИТИС»

Общество с ограниченной ответственностью «Ситис»
ОГРН 59263930
620028 Екатеринбург, ул. Доллорес Ибаррури, 2
www.sitis.ru

2. ПРИНЯТ приказом директора ООО «СИТИС» № С9 от 19.04.2016

3. Данный стандарт заменяет стандарт организации СТО СИТИС-102-16А «Требования к выполнению расчетов», действовавший до 18 апреля 2016 г

4. Дата введения 18 января 2016

Исключительные авторские права на данный стандарт принадлежат ООО «Ситис»

ООО «Ситис» предоставляет всем заинтересованным лицам право бесплатного использования настоящего стандарта, а также воспроизведения настоящего стандарта полностью или частями в печатном и электронном виде.

© ООО «СИТИС», 2016

Содержание

1. ВВЕДЕНИЕ.....	4
1.1. НАЗНАЧЕНИЕ СТАНДАРТА	4
1.2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	4
1.3. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
1.4. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	5
1.5. СОКРАЩЕНИЯ	6
1.6. СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ	6
2. ТРЕБОВАНИЯ К РАСЧЕТУ	6
2.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	6
2.2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ РАСЧЕТА	7
2.3. ИСПОЛНИТЕЛЬ РАСЧЕТА	7
2.4. СОСТАВ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ	7
2.5. РЕЗУЛЬТАТ РАСЧЕТА.....	8
3. ОТЧЕТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО РАСЧЕТУ	8
3.1. НАИМЕНОВАНИЕ	8
3.2. ОФОРМЛЕНИЕ	9
3.3. СОСТАВ ОТЧЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	9
3.4. РАЗДЕЛ «ОБЩИЕ ДАННЫЕ».....	9
3.5. РАЗДЕЛ «ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ РАСЧЕТА»	10
3.6. РАЗДЕЛ «ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА»	10
3.7. РАЗДЕЛ «РАСЧЕТНЫЕ СЦЕНАРИИ»	10
3.8. РАЗДЕЛ «РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ СЦЕНАРИЕВ»	10
3.9. РАЗДЕЛ «ВЫВОДЫ ПО РАСЧЕТУ»	11
3.10. РАЗДЕЛ «ОЦЕНКИ И РЕКОМЕНДАЦИИ»	11
4. ОТЧЕТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ.....	12
4.1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ	12
4.2. ЧИСЛЕННЫЕ МОДЕЛИ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	12
4.3. РАСЧЕТНАЯ СХЕМА.....	12
4.4. ИНФОРМАЦИЯ О ПРОГРАММНОМ И ТЕХНИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ	12
4.5. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ	12
4.6. ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ	13
4.7. ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ ЧИСЛЕННОЙ И КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ.....	13
4.8. ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ	13
5. БИБЛИОГРАФИЯ.....	13
6. ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РАНЖИРОВАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЯВЛЕНИЙ	15
6.1. ПРЕДИСЛОВИЕ.....	15
6.2. ПРОЦЕДУРА	15
6.3. ОЦЕНКА ВАЖНОСТИ ЯВЛЕНИЙ	15
6.4. ОЦЕНКА ИЗУЧЕННОСТИ ЯВЛЕНИЙ	16
6.5. УРОВНИ ОТВЕТСТВЕННОСТИ	16
6.6. ТАБЛИЦА ИДЕНТИФИКАЦИИ И РАНЖИРОВАНИЯ	17
7. ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ШКАЛА ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ	19
7.1. ПРЕДИСЛОВИЕ.....	19
7.2. ВВЕДЕНИЕ	19
7.3. ОБЗОР ФАКТОРОВ, ПОДФАКТОРОВ И КАТЕГОРИЙ ДОСТОВЕРНОСТИ	19
7.4. ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЕЙ	23
7.5. ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ СВОДКИ ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ.....	28
7.6. СРАВНЕНИЕ С ПОРОГОВЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ ДОСТАТОЧНОСТИ	30
8. ПРИЛОЖЕНИЕ 3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	32
8.1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ	32
8.2. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО РАСЧЕТУ.....	32
8.3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ВЫБОРУ СЦЕНАРИЕВ.....	32
8.4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО СЦЕНАРИЯМ	32
8.5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО МОДЕЛЯМ.....	32
8.6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ОТЧЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	33

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Назначение стандарта

- 1.1.1. Настоящий стандарт применяется при организации выполнения расчетов, используемых для обоснования выполнения требований пожарной безопасности для проектируемых или существующих объектов (зданий, сооружений, технологических установок и т.п.) в соответствии с техническими регламентами.
- 1.1.2. Стандарт устанавливает:
 - 1.1.2.1. перечень и последовательность процедур при выполнении расчетов для пожарно-технического анализа
 - 1.1.2.2. требования к квалификации исполнителей расчетов
 - 1.1.2.3. требования к составу и оформлению отчетной документации
- 1.1.3. При выполнении расчетов для задач, не связанных с обоснованием выполнения требований пожарной безопасности для объектов защиты, например, для учебных, методических, исследовательских и тому подобных целей, данный стандарт может использоваться полностью или частично

1.2. Область применения

- 1.2.1. Применение настоящего стандарта является добровольным
- 1.2.2. Настоящий стандарт не применяется для расчетов пожарных рисков по методикам, утвержденным в установленном порядке ([5.1.3], [5.1.4]), для других расчетов, требования к которым изложены в действующих нормативных документах.
- 1.2.3. Настоящий стандарт устанавливает порядок выполнения и рекомендуемый состав и содержание отчетной документации по расчетам в составе пожарно-технического анализа, для которых нормативными документами не заданы требования к выполнению расчетов - расчёта времени движения людей и людских потоков, динамики факторов пожара, влияние подачи огнетушащих веществ на распространение пожара, расчёта температурного воздействия на конструкции, расчёта огнестойкости и других подобных расчётов.
- 1.2.4. Настоящий стандарт устанавливает термины и определения основных понятий по компьютерному моделированию, используемых при выполнении расчетов.
- 1.2.5. Положения настоящего стандарта могут использоваться:
 - 1.2.5.1. предприятиями и организациями - при организации выполнения расчетов, разработке систем контроля качества расчетов и производственных процедур, использующих результаты расчетов, планированию закупок программных и технических средств для выполнения расчетов
 - 1.2.5.2. специалистами в области пожарной безопасности - при получении или составлении задания на расчет, при сборе и документировании исходных данных, при выборе расчетных сценариев и составлении заданий на моделирование, при оценке достоверности результатов моделирования и их использовании для формулировки выводов по расчету.
 - 1.2.5.3. специалистами по компьютерному моделированию - при выборе аналитических или компьютерных моделей и программного обеспечения для расчета, при оценке достоверности результатов моделирования, при документировании результатов моделирования
 - 1.2.5.4. экспертными организациями и экспертами - при оценке выполненных расчетов, полноты и достаточности исходных данных для расчетов, соответствия выводов по расчету проведенному моделированию, документирования результатов расчета для использования в других разделах рассматриваемого проекта или другой подобной работы
 - 1.2.5.5. разработчиками программного обеспечения – при составлении документации к программным продуктам

1.3. Нормативные ссылки

- 1.3.1. В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:
 - 1.3.1.1. ГОСТ Р 1.4—2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения.
 - 1.3.1.2. ГОСТ Р ИСО 9001 Системы менеджмента качества. Требования.

- 1.3.1.3. ГОСТ Р 21.1101-2013 «Требования к проектной и рабочей документации».
- 1.3.1.4. Проект ГОСТ Р ИСО 13822 Основы проектирования конструкций – Оценка существующих конструкций
- 1.3.1.5. СТО СИТИС 104-15 Пожарно-технический анализ. Пример описания методов расчета
- 1.3.1.6. СТО СИТИС 105-15 Пожарно-технический анализ. Общие принципы

1.4. Термины и определения

- 1.4.1. **Пожарно-технический анализ (ПТА)** - применение научных и инженерных методов, правил (норм) и экспертной оценки, основанной на понимании принципов возникновения и развития пожаров поведения людей и их реакции на факторы пожара, с целью защиты людей, имущества и окружающей среды от разрушительных воздействий пожаров
Примечание: данное определение соответствует термину fire-safety engineering, принятому в европейских стандартах и международных стандартах, и объединяет термины fire-protection engineering и fire-safety engineering, используемые в северной америке
- 1.4.2. **Инженерная оценка** – процесс дополнения, принятия или отклонения элементов расчета и/или другого инженерного анализа специалистом или группой специалистов, на основании образования, опыта и признанной квалификации.
- 1.4.3. **Расчет** – решение практической задачи с использованием моделирования и инженерной оценки.
- 1.4.4. **Выполнение расчета** – процесс решения практической задачи специалистом в предметной области расчета (пожарной безопасности) самостоятельно или в составе группы специалистов. Выполнение расчета начинается с принятия задания на расчет и заканчивается составлением подлинника комплектной отчетной документации
- 1.4.5. **исполнитель расчета** – специалист в области пожарной безопасности, выполнивший расчет единолично (самостоятельно), или в составе группы специалистов, участвующих в выполнении расчета
- 1.4.6. **исполнитель моделирования** – специалист, выполнивший по заданию исполнителя расчета компьютерное моделирование явлений при пожаре единолично или в составе группы специалистов.
- 1.4.7. **Заказчик расчета** – организация в лице ответственного специалиста, поручившая выполнение расчета, выдавшая и утвердившая задание на расчет, принявшая отчетную документацию по расчету для дальнейшего использования.
- 1.4.8. **Расчетный сценарий** – расчетная ситуация, для которой выполняется моделирование значимых (существенных) для выполняемого расчета явлений и процессов
- 1.4.9. **Модель** — упрощенное отображение зависимостей и закономерностей реальных объектов и явлений в форме, удобной для решения практических задач.
- 1.4.10. **Моделирование** – решение отдельной задачи в составе расчета при построении и изучении модели реально существующего или проектируемого объекта, процесса или явления с целью получения объяснений этого явления, а также для предсказания явления, для последующей инженерной оценки.
- 1.4.11. **Концептуальная (инженерная) модель** — абстрактная модель, определяющая структуру рассматриваемого реального объекта (явления) как систему элементов объекта (явления) и причинно-следственные связи, присущие этой системе и существенные для достижения цели рассмотрения объекта (явления).
- 1.4.12. **Математическая модель** — отображение зависимостей и закономерностей реальных объектов и явлений в форме математических зависимостей.
- 1.4.13. **Решатель** – программное обеспечение, реализующее одну математическую модель явления одним численным методом.
- 1.4.14. **Комплексный (пакетный) решатель** – программное обеспечение, реализующее одну или несколько математических моделей явлений одним или несколькими численными методами.
- 1.4.15. **Численная модель объекта** – совокупность вычислительной модели явлений, рассматриваемых для объекта, и численного представления формы объекта, пространства и времени.
- 1.4.16. **Иерархия моделей** – соотношение различных типов моделей одного и того же реального объекта (явления) между собой в зависимости от степени детализации представления объекта (явления), точности и достоверности определения рассматриваемых свойств объекта (явления).
- 1.4.17. **Стек (вложенность) моделей** – иерархия моделей объекта для решения практической задачи, в которой происходит последовательное уменьшение погрешности и неопределенности оценки

свойств исследуемых объектов. Примером стека моделей является соотношение концептуальной, математической и вычислительных моделей объекта.

- 1.4.18. **Численное моделирование** – моделирование с применением вычислительных моделей, реализованных на электронных вычислительных машинах
- 1.4.19. **Валидация модели** — документированное доказательство степени соответствия (погрешности, неопределенности) модели явления свойствам и зависимостям реального объекта (явления) для решения некоторой практической задачи.
Примечание: Валидация модели – это подтверждение, что модель задана «правильными» формулами для решения поставленной задачи
- 1.4.20. **Верификация программы** — документированное доказательство или оценка точности (погрешности) результата численного решения уравнений и зависимостей модели явления.
Примечание: Верификация программы (компьютерной модели) – это подтверждение, что уравнения модели решаются «правильно» (с достаточной точностью) для решения поставленной задачи
- 1.4.21. **Верификация расчета** — документированное доказательство или оценка точности (погрешности) и достоверности результата расчета.
- 1.4.22. **Идентификация явлений** – выбор для рассматриваемой задачи перечня явлений, оказывающих или могущих оказывать существенное влияние на рассматриваемые в задаче объекты и процессы (физические, социальные и т.д.)
- 1.4.23. **Ранжирование явлений** – оценка степени возможного влияния явления на рассматриваемые в задаче объекты и процессы (физические, социальные и т.д.)
- 1.4.24. **Таблица идентификации явлений и ранжирования (ТИЯР)** – процесс идентификации и ранжирования явлений для выбора концептуальных моделей для расчета, а также его документированный результат.

1.5. Сокращения

- 1.5.1. **ПТА** – пожарно-технический анализ.
- 1.5.2. **ТИЯР** – таблица идентификации явлений и их ранжирования.
- 1.5.3. **ШОД** – шкала оценки соответствия

1.6. Словарь терминов

- 1.6.1. В данном разделе приведены термины, используемые в настоящем стандарте, и соответствующие им термины и сокращения, используемые в зарубежных стандартах. Приведены ссылки на зарубежные стандарты, где определяются зарубежные термины в указанном значении, и документы на русском языке, в которых есть соответствующий перевод или изложение.
- 1.6.2. Пожарно-технический анализ (ПТА) – Fire safety engineering (FSE) [[5.1.16](#), п. 3.15; [5.1.27](#), п. 3.15]
- 1.6.3. Инженерная оценка – engineering judgement [[5.1.9](#), п. 3.1; [5.1.8](#), п. 1.3.1]
- 1.6.4. Таблица идентификации явлений и ранжирования (ТИЯР) – Phenomena identification and ranking table (PIRT) [[5.1.11](#), Приложение 1, п. 19]
- 1.6.5. Шкала оценки соответствия (ШОД) – Credibility assessment scale (CAS) [[5.1.10](#), п. 3.1.4]

2. ТРЕБОВАНИЯ К РАСЧЕТУ

2.1. Общие положения

- 2.1.1. Расчет является составной частью более общей работы, использующей пожарно-технический анализ.
- 2.1.2. Если расчет и работа, в составе которой выполняется расчет, выполняются разными специалистами, то для выполнения расчета нужно оформление задания на расчет.
- 2.1.3. Если расчет и работа, в составе которой выполняется расчет, выполняются одним специалистом, то при выполнении расчета оформление задания на расчет не требуется, но рекомендуется.

2.2. Цели и задачи расчета

2.2.1. Цели расчета могут быть:

- 2.2.1.1. Проверочные
- 2.2.1.2. Выполнение (или не выполнение) требований пожарной безопасности для объекта
- 2.2.1.3. Определение надежности, вероятности отказа или другой подобной характеристики рассматриваемого решения
- 2.2.1.4. Другие оценки и проверки
- 2.2.1.5. Поисковые
- 2.2.1.6. Оптимизация
- 2.2.1.7. Определение необходимых условий
- 2.2.1.8. Определение достаточных условий
- 2.2.1.9. Другие подобные цели

2.3. Исполнитель расчета

- 2.3.1. Расчет в области пожарно-технического анализа выполняется только специалистом в области пожарной безопасности, или группой специалистов в области пожарной безопасности, имеющих достаточный опыт и квалификацию, и имеющих право в соответствии с действующим техническим законодательством принимать решения в области пожарной безопасности
- 2.3.2. Специалист, выполняющий расчет в области пожарно-технического анализа, может выполнять расчет:
 - 2.3.2.1. Единолично (самостоятельно)
 - 2.3.2.2. В составе группы специалистов в области пожарной безопасности, специалистов по компьютерному моделированию явлений при пожарах, других участников работы.
- 2.3.3. Специалист, выполнивший расчет единолично, или входящий в группу специалистов в области пожарной безопасности, участвующих в выполнении расчета, называется **исполнителем расчета**.
- 2.3.4. Специалисты, выполняющие работы по моделированию явлений при пожарах в соответствии с заданиями (сценариями), составленными исполнителями расчета, называется **исполнителем моделирования**
- 2.3.5. Расчеты выполняются исполнителями расчета на основе:
 - 2.3.5.1. понимания личной ответственности исполнителей за результат расчета
 - 2.3.5.2. профессионального образования исполнителя,
 - 2.3.5.3. опыта исполнителя в решении аналогичных задач,
 - 2.3.5.4. признанной квалификации исполнителя,
 - 2.3.5.5. понимания исполнителем объекта (проблемы, задачи), для решения которой выполняется расчет
 - 2.3.5.6. понимания исполнителем физических и социальных явлений, возникающих в течение жизненного цикла объекта
 - 2.3.5.7. выполнения исполнителем применимых требований к обеспечению качества выполнения работ и услуг
- 2.3.6. Моделирование должно выполняться специалистами, изучившими техническую документацию и теоретические основы используемой компьютерной модели и численного метода решения, понимающими достоверность используемых справочных данных, могущими оценить достоверность и точность (погрешность) выполненных вычислений.

2.4. Состав и порядок выполнения расчетов

2.4.1. Последовательность расчета

- 2.4.1.1. Получение от заказчика или руководителя задания на выполнение расчета
- 2.4.1.2. Оценка квалификации в области пожарной безопасности и пожарно-технического анализа лица, подготовившего задание

- 2.4.1.3. Оценка полноты и непротиворечивости задания, его соответствия решаемой для рассматриваемого объекта задаче.
- 2.4.1.4. Получение от заказчика исходных данных
- 2.4.1.5. Оценка полноты и возможной недостоверности полученных исходных данных
- 2.4.1.6. Подбор справочных данных
- 2.4.1.7. Формулирование целей расчета
- 2.4.1.8. Формулирование процедур (задач) для достижения каждой цели расчета
- 2.4.1.9. Формулирование допущений и расчетных предпосылок
- 2.4.1.10. Разработка сценариев пожара
- 2.4.1.11. Идентификация и ранжирование явлений для каждого сценария
- 2.4.1.12. Выбор расчетных моделей и программного обеспечения
- 2.4.1.13. Составление перечня допущений и упрощений для выбранных моделей
- 2.4.1.14. Выполнение моделирования
- 2.4.1.15. Оценка достоверности и точности результатов моделирования
- 2.4.1.16. На основе анализа чувствительности моделирования к исходным данным уточнение идентификации и ранжирования явлений для сценариев. При необходимости выполнение уточненного моделирования
- 2.4.1.17. Определение коэффициентов надежности для результатов моделирования
- 2.4.1.18. Инженерная оценка результатов моделирования
- 2.4.1.19. Составление вывода (заключения) по расчету
- 2.4.1.20. Составление оценок и рекомендаций

2.5. Результат расчета

- 2.5.1. Результатом расчета являются
 - 2.5.1.1. Отчетная документация по выполненному пожарно-техническому анализу
 - 2.5.1.2. Вывод по расчету
- 2.5.2. Вывод по расчету является кратким изложением ответственного мнения исполнителя расчета в соответствии с заданием на расчет и целям расчета.
- 2.5.3. Вывод должен формулироваться в виде пронумерованных тезисов, изложенных в четкой императивной форме
- 2.5.4. Вывод должен быть полным – отражать все вопросы задания на расчет и цели расчета
- 2.5.5. Выводы расчета в части ограничений на рассчитанный объект должны быть четко и явно указаны (исчислены и оценены в количественных величинах) в соответствии с принятыми для расчета допущениями в исходных данных

3. ОТЧЕТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО РАСЧЕТУ

3.1. Наименование

- 3.1.1. Наименование отчетной документации по расчету должно однозначно обозначать выполненный расчет и быть удобно для её использования:
 - 3.1.1.1. при указании ссылок на расчет в письмах, заключениях и подобных документах,
 - 3.1.1.2. при включении в перечни используемых источников в проектной и рабочей документации, экспертных заключениях и подобных документах
 - 3.1.1.3. при составлении перечней и реестров для архивного хранения
 - 3.1.1.4. при общении специалистов – на совещаниях, по телефону и т.п.
 - 3.1.1.5. наименования файлов с копиями или оригиналами документов (брошюр) расчета
- 3.1.2. Как правило удобным для использования является наименование, состоящее из:
 - 3.1.2.1. цифробуквенного идентификатора (шифра) длиной до 8-10 символов
 - 3.1.2.2. краткого наименования длиной не более 100 символов

- 3.1.3. При необходимости полное развернутое наименование расчета, соответствующее наименованию в договоре или заказе на выполнение расчета, исходным данным и другой подобной информации, следует приводить в начале основной брошюры, устанавливая однозначное соответствие между кратким и полным наименованием расчета
- 3.1.4. При внесении изменений в расчет, или выпуска новых редакций отчетной документации, информация версии (номере изменения) документа должна включаться в краткое наименование документа.
- 3.1.5. Не допускается обозначение отличие версий отчета только по дате составления версии документа, без внесения информации о версии в наименование документа.

3.2. Оформление

- 3.2.1. Обозначение отчетной документации и её отдельных частей (книг, брошюр, разделов и т.п.) следует принимать в соответствии с правилами оформления проектной документации по п 4.1.2 и 4.1.3 ГОСТ Р 21.1101-13 «Основные требования к проектной и рабочей документации»
- 3.2.2. Отчеты рекомендуется выпускать в виде одной или нескольких брошюр, удобных для использования на всем жизненном цикле документа – при печати и переплете, рассмотрении, копировании, сканировании и архивном хранении.
- 3.2.3. Для текстовых документов с фотографиями и иллюстрациями удобным для использования видом как правило являются бумажные брошюры формата А4 толщиной не более 25-30 мм
- 3.2.4. Для документов с планами и разрезами зданий и сооружений, большими схемами и тому подобными изображениями, удобным для использования видом как правило являются бумажные брошюры формата А3 толщиной не более 25-30 мм

3.3. Состав отчетной документации

- 3.3.1. Отчетная документация подразделяется на разделы, объединяющие в понятной структуре документа логически связанную информацию
- 3.3.2. Разделы могут подразделяться на подразделы исходя из логики изложения в отчетной документации и её объема.
- 3.3.3. Разделами и подразделами могут быть как главы одного документа, так и отдельные брошюры в составе отчетной документации.
- 3.3.4. В состав отчетной документации по расчету должны входить следующие разделы:
 - 3.3.4.1. Общие данные
 - 3.3.4.2. Цели и задачи расчета
 - 3.3.4.3. Описание объекта
 - 3.3.4.4. Расчетные сценарии
 - 3.3.4.5. Результаты расчета сценариев
 - 3.3.4.6. Выводы по расчету
 - 3.3.4.7. Оценки и рекомендации

3.4. Раздел «Общие данные»

- 3.4.1. Содержание раздела:
 - 3.4.1.1. Наименование организации, выполнившей расчёт
 - 3.4.1.2. Основания для выполнения расчета (договор, заказ и т.п.)
 - 3.4.1.3. Наименование расчёта
 - 3.4.1.4. Обозначение расчёта
 - 3.4.1.5. Дата выполнения расчёта
 - 3.4.1.6. Сведения об организации, выполнившей расчёт
 - 3.4.1.7. Сведения об исполнителе расчета - специалисте в области пожарной безопасности, являющийся единоличным исполнителем или руководителем группы специалистов, участвовавших в выполнении расчета
 - 3.4.1.8. Сведения об участниках выполнения расчета, их квалификации и их роли в работе
 - 3.4.1.9. Предполагаемое использование работы

3.5. Раздел «Цели и задачи расчета»

3.5.1. Содержание раздела:

3.5.2. В разделе «Цель работы» должен быть приведен полный и исчерпывающий перечень целей работы.

3.5.3. Для удобства ссылок по тексту рекомендуется присваивать мнемоническое обозначение целей. Для удобства составления документа и однозначности понятий рекомендуется присваивать краткое наименование целей.

3.5.4. Примеры обозначения целей:

3.5.4.1. Ц1 «Определение времени эвакуации при проектной населенности»

3.5.4.2. Ц2 «Определение допустимой населенности для заданных путей эвакуации»

3.5.5. В разделе приводится следующая информация:

3.5.5.1. перечень целей

3.5.5.2. описание целей

3.5.5.3. ссылка на документ, в котором сформулированы цели работы (в случае, если цели расчёта сформулированы в задании на расчёт от сторонней организации или специалиста)

3.5.5.4. приложение копии документа, в котором сформулированы цель работы

3.5.6. В разделе приведен полный и исчерпывающий перечень задач (отдельных расчетов или процедур расчета), которые выполняются для достижения каждой цели.

3.5.7. Для удобства ссылок по тексту рекомендуется присваивать мнемоническое обозначение задач. Для удобства составления документа и однозначности понятий рекомендуется присваивать краткое наименование задач.

3.6. Раздел «Описание объекта»

3.6.1. Содержание раздела:

3.6.1.1. Описание объекта расчёта

3.6.1.2. Предполагаемое использование результатов расчёта

3.6.1.3. Описание последовательности расчётных задач

3.6.2. В разделе «Описание объекта защиты» должна быть выполнена идентификация объекта защиты: название, местоположение, адрес, или другая информация, однозначно и точно характеризующая рассматриваемый объект.

3.6.3. В разделе приводится общее описание объекта для понимания его характерных объемно-планировочных параметров, вида использования, эксплуатационных характеристик и т.п.

3.6.4. В разделе приводится описание исходных данных об объекте, источнике их получения, оценка полноты и достаточности исходных данных для решения задачи, для которой (в составе которой) выполняется расчет.

3.6.5. В случае недостаточности исходных данных, недостающие данные должны быть запрошены исполнителем расчета у заказчика, или собраны самостоятельно.

3.6.6. В случае недостаточности исходных данных и невозможности их уточнения до необходимого объема и детализации, выполнение расчета должно быть прекращено.

3.7. Раздел «Расчетные сценарии»

3.7.1. В разделе должна быть приведена следующая информация:

3.7.1.1. перечень расчетных сценариев

3.7.1.2. описание сценариев

3.7.1.3. перечень допущений и предположений, принятый для составления сценариев

3.7.1.4. обоснование (рассуждение), почему выбранные сценарии позволяют решить задачи и достигнуть цели расчета

3.8. Раздел «Результаты расчетов сценариев»

- 3.8.1. Содержание раздела:
 - 3.8.1.1. Идентификация и ранжирование явлений сценария
 - 3.8.1.2. Выбор концептуальных и математических моделей для значимых явлений в сценарии
 - 3.8.1.3. Описание компьютерного моделирования и полученных результатов для каждой модели
 - 3.8.1.4. Оценка результатов моделирования
 - 3.8.1.5. Уточнение, при необходимости, идентификации и ранжирования явлений в сценарии сценария на основе анализа чувствительности моделей к исходным данным
 - 3.8.1.6. Определение коэффициентов надежности при использовании результатов моделирования
 - 3.8.1.7. Вывод по сценарию
- 3.8.2. Построение Идентификации явления и таблицы ранжирования приведено в приложении 1 настоящего стандарта
- 3.8.3. Выбор концептуальных и математических моделей.
- 3.8.4. Для выбранной модели должно быть приведено краткое описание области определения, существенных параметров и точности (со ссылками на общепризнанные описания и валидационные документы).
- 3.8.5. Должен быть приведен перечень допущений и предположений, принятых при выборе концептуальной модели.
- 3.8.6. Должна быть выполнена демонстрация того, что рассматриваемый сценарий соответствует области определения, существенных параметров и точности выбранной модели.
- 3.8.7. Должно быть приведено описание, как параметры выбранной модели реализуются в рассматриваемом объекте для соответствующего сценария (например, если используется зонная модель с дымоудалением, в которой по умолчанию предполагается подача замещающего воздуха, то следует описать, каким образом в рассматриваемом объекте реализовано поступление замещающего воздуха).
- 3.8.8. Должна быть выполнена и описана качественная оценка предполагаемого результата моделирования и оценка ожидаемых процессов при моделировании, исходя из инженерных принципов выбранной модели (например, характера движения дыма, мест возникновения скоплений при эвакуации и т.п.).
- 3.8.9. Оценка результатов заключается в оценке численной устойчивости расчета, оценке погрешности расчета, оценке правдоподобия результатов на основании опыта предыдущих аналогичных расчетов и справочным данным, данным валидации использованной модели и других аналогичных моделей.

3.9. Раздел «Выводы по расчету»

- 3.9.1. В разделе «Выводы по расчету» приводится вывод по расчету в соответствии с поставленными целями и задачами, в соответствующей последовательности и с использованием соответствующей терминологии.
- 3.9.2. Выводы должны формулироваться в четкой императивной форме с использованием терминологии в соответствии с нормативными документами.
- 3.9.3. Должны быть приведены допущения и предположения, использованные в расчете
- 3.9.4. Должны быть четко указаны ограничения на использование и техническую эксплуатацию объекта, вытекающие из принятых допущений расчета
- 3.9.5. Каждое положение выводов должно иметь свою отдельную нумерацию.
- 3.9.6. В заключении указывается возможное использование результатов расчета.
- 3.9.7. В заключении указывается ограничение на использование результатов расчета.
- 3.9.8. Заключение подписывается ответственным исполнителем расчета.

3.10. Раздел «Оценки и рекомендации»

- 3.10.1. В разделе приводится произвольная информация по усмотрению исполнителя расчета.
- 3.10.2. Оценки и рекомендации не должны противоречить или искажать выводы по расчету

4. ОТЧЕТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ

4.1. Общие данные

4.1.1. В разделе указываются цели и задачи моделирования, перечень явлений и их концептуальные модели, другая подобная информация.

4.2. Численные модели и программное обеспечение

4.2.1. В разделе должен быть описан выбор расчетной модели и соответствующего программного обеспечения для реализации концептуальной модели.

4.2.2. Для нетиповых расчетов обоснование выбора решателя рекомендуется выполнять с разработкой таблицы идентификации и ранжирования явлений (приложение 1)

4.2.3. Должно быть приведено описание области определения, существенных параметров и точности для выбранной расчетной модели, и её программной реализации (со ссылками на техническую документацию к программе и валидационные документы программы).

4.2.4. Должен быть сформулирован перечень допущений и предположений, принятый при выборе расчетной модели.

4.2.5. В приложении должны быть приведены копии выдержек из документации на программное обеспечение с описанием области определения, параметров и точности модели.

4.3. Расчетная схема

4.3.1. В разделе описывается выбор и обоснование принятых параметров модели для выполнения расчета (например, в полевом методе это размер расчетного домена, разбиение на ячейки, шаг по времени; для расчета эвакуации имитационно-стохастическим методом это шаг по времени и разбиение на участки).

4.3.2. В разделе приводится:

4.3.2.1. текстовое описание расчетной схемы

4.3.2.2. наглядное графическое изображение расчетной схемы с нанесением численных величин основных (существенных) параметров модели и заданных исходных данных. (Например, если выполняется расчет эвакуации из торгового центра с заданной населенностью 3.0 чел./м² торговой площади, то на расчетной схеме должна быть выделена соответствующая торговая площадь. Также на расчетной схеме должны быть выделены эвакуационные пути и указана их расчетная ширина в характерных местах и в местных сужениях).

4.3.2.3. Контрольные показатели – общее количество заданной пожарной нагрузки, количества людей в здании, общая площадь и объем расчетной области и т.п. информация, по которой возможно проконтролировать «масштаб» заданных исходных данных

4.3.3. Изображение расчетной схемы не следует отождествлять с выводом используемой компьютерной программы. Для обеспечения требуемого уровня наглядности и информативности следует дорабатывать вывод компьютерной программы, или изготавливать дополнительные изображения и схемы «вручную» или с использованием других программных средств

4.4. Информация о программном и техническом обеспечении моделирования

4.4.1. В разделе «Информация об обеспечении расчет» должна быть приведена информация:

4.4.2. информация об использованном программном обеспечении - наименование, версия, декларация программы, лицензия и т.п.

4.4.3. информация о техническом обеспечении (для расчетов численными методами) - состав расчетного кластера, количество процессоров, оперативной памяти, системе параллельных вычислений, количестве задействованных процессов

4.4.4. информация о календарном и процессорном времени расчёта (для расчётов с большим объёмом вычислений, таких как полевой метод)

4.5. Результаты моделирования

4.5.1. В разделе «Результаты расчета» приводятся:

- 4.5.1.1. численные данные о результатах вычислений, предпочтительно в табличной форме
- 4.5.1.2. численные данные о результатах вычислений в наглядном графическом виде - эпюры, поля распределения рассчитанных величин и т.п.

4.6. Оценка численной устойчивости

- 4.6.1. В разделе приводятся рассуждения и расчетные оценки, демонстрирующие численную устойчивость выполненного расчета, т.е. обоснование, что при изменении дискретизации изменение результата остается в пределах требуемой точности расчета, а также что отсутствуют резкие локальные изменения в отдельных точках (точках сингулярности). Данный анализ, как правило, необходим при использовании расчетных схем, основанных на дискретизации (разбиении на конечные участки, элементы, поля, шаги времени).
- 4.6.2. Для оценки также возможно использовать анализ чувствительности численных расчетов к изменениям исходных данных.
- 4.6.3. (Например, если при увеличении населенности объекта на 5% время эвакуации увеличилось на 20%, значит, в топологии путей эвакуации, вероятно, есть местное заужение и возможно образование значительных скоплений).

4.7. Оценка соответствия численной и концептуальной модели

- 4.7.1. В разделе выполняется сравнение результатов, полученных при численном расчете, с ожидаемыми результатами при применении выбранной концептуальной модели.
- 4.7.2. Оценка может проводиться как по абсолютным значениям величин, так и по характеру распределения величин.

4.8. Оценка достоверности результатов моделирования

- 4.8.1. В разделе «Оценка достоверности рассчитанных данных» выполняется подтверждение достоверности результатов расчета путем сравнения с данными, известными из практики эксплуатации подобных объектов, положений добровольных норм и стандартов, других подобных данных.
- 4.8.2. Для всех данных, выбранных в качестве базы сравнения, должны быть приведены точные ссылки на литературу с конкретным указанием на местонахождение этих данных (документ, глава, параграф, страница и т.п.).

5. БИБЛИОГРАФИЯ

- 5.1.1. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123 от 22.07.08
- 5.1.2. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» № 384 от 30.12.2009
- 5.1.3. 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 N 382 в ред. Приказа МЧС от 12.12.2011 № 749)
- 5.1.4. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (Приложение к приказу МЧС России от 10.07.09 № 404 в ред. Приказа МЧС России от 14.12.2010 № 649)
- 5.1.5. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности», 2-е изд. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2014, 225 с.
- 5.1.6. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2012, 241 с.
- 5.1.7. Проект стандарта ГОСТ Р ИСО 16730, Пожарно-технический анализ. Оценка, валидация и верификации методов расчета. (Опубликован для публичного обсуждения на gost.sitis.ru)
- 5.1.8. СТО СИТИС-105-15 «Пожарно-технический анализ. Общие принципы»
- 5.1.9. ISO 23932:2009 Fire Safety Engineering – General Principles (Пожарно-технический анализ – Общие принципы)

- 5.1.10. NASA STD-7009 Standard for models and simulations (Расчет и моделирование)
- 5.1.11. ASME VV 10 Guide for Verification and Validation in Computational Solid Mechanics (Руководство по верификации и валидации в вычислительной механике твердых тел)
- 5.1.12. ASME VV 10.1 An illustration of the concepts of verification and validation in computational solid mechanics (Иллюстрация принципов верификации и валидации в вычислительной механике твердых тел)
- 5.1.13. ASME VV 20 Standard for Verification and Validation in Computational Fluid Dynamics and Heat Transfer (Стандарт по верификации и валидации в вычислительной гидродинамике и теплообмене)
- 5.1.14. NFPA 551 Guide for the Evaluation of Fire Risk Assessments. NFPA, 2010 (Руководство по анализу оценки пожарного риска)
- 5.1.15. SFPE Code official's guide to performance based design review. SFPE, 2004 (Руководство для надзорных органов по оценке функционально-ориентированных проектов)
- 5.1.16. BS 7974 Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Code of Practice. BSI, 2001 (Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий. Свод правил)
- 5.1.17. PD 7974-0 Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Guide to design framework and fire safety engineering procedures. BSI, 2001 (Руководство по структуре проектирования и методам пожарно-технического анализа)
- 5.1.18. International fire engineering guidelines. Australian government, 2005 (Международное руководство по противопожарной защите. Австралия, 2005)
- 5.1.19. PAS 911-2007 Fire strategies. Guidance and framework for their formulation. BSI, 2007 (Стратегии обеспечения пожарной безопасности. Рекомендации и структура разработки)
- 5.1.20. NAFEMS QSS 001 Engineering simulation. Quality management systems. Requirements. NAFEMS, 2007 (Инженерное моделирование. Системы менеджмента качества. Требования)
- 5.1.21. SAFESA Management guidelines to structural qualification supported by finite element analysis. NAFEMS, 2005 (Руководство по оценке конструкций с помощью анализа методом конечных элементов)
- 5.1.22. SAFESA Technical manual. NAFEMS, 2005 (Техническое руководство)
- 5.1.23. BS PD 7974-0:2002. «Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий оценке пожарного риска. Часть 0: Руководство по проектированию и методам пожарно-технического анализа», Британский институт стандартов (BSI), г. Лондон, Великобритания, 2002 год
- 5.1.24. NUREG/CR-6978 SAND2008-3997P A Phenomena Identification and Ranking Table (PIRT) Exercise for Nuclear Power Plant Fire Modeling Applications (Задание по таблице идентификации явлений и их ранжированию (ТИЯР) в целях пожарного моделирования на ядерных энергетических установках)
- 5.1.25. Oberkampf, W.L.; Pilch, M.; Trucano, T.G. (October 2007). Predictive Capability Maturity Model for Computational Modeling and Simulation, Sandia National Laboratories (Оберкамф и др. Модель зрелости процессов прогнозирования для численного расчета и моделирования, октябрь 2007 г.)
- 5.1.26. Harmon, S.Y.; Youngblood, S.M. (2005). A Proposed Model for Simulation Validation Process Maturity, J. Defense Modeling & Simulation. Vol. 2, No. 4, pp. 179-190. (Хармон, С.И. Йангблад, С.М. Предложенная модель зрелости процесса валидации моделирования. Часть. 2, № 4, стр. 179-190.)
- 5.1.27. Перевод BS 7974 Применение принципов пожарно-технического анализа при проектировании зданий. Свод правил

6. ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РАНЖИРОВАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЯВЛЕНИЙ

6.1. Предисловие

- 6.1.1. Идентификация и ранжирование явлений – экспертная оценка специалистов о значимости отдельных явлений для рассматриваемой задачи и предполагаемого использования результатов расчета, и возможности моделирования этих явлений с требуемой точностью
- 6.1.2. В данном приложении приведена процедура идентификации и ранжирования, изложенная в NUREG/CR-6978 SAND2008-3997P A Phenomena Identification and Ranking Table (PIRT) Exercise for Nuclear Power Plant Fire Modeling Applications [5.1.24]
- 6.1.3. Под рабочей группой в данном приложении понимается:
- 6.1.3.1. единоличный исполнитель расчета,
 - 6.1.3.2. или группа участников расчета,
 - 6.1.3.3. или эксперт, рассматривающий результаты,
 - 6.1.3.4. или группа экспертов,
 - 6.1.3.5. или группа из исполнителей расчета и экспертов,
 - 6.1.3.6. или какая либо другая группа компетентных специалистов

6.2. Процедура

- 6.2.1. Для каждого сценария пожара члены рабочей группы осуществляют следующие этапы оценки:
- 6.2.2. Понять данный сценарий пожара и критерий выполнения требований пожарной безопасности
- 6.2.3. Идентифицировать интересующие явления и, где это применимо, ключевые параметры, связанные с любыми выявленными явлениями
- 6.2.4. Ранжировать важность каждого явления в контексте критериев
- 6.2.5. Ранжировать уровень изученности явления, относящегося к пригодности существующих средств моделирования пожара, наличие подтверждающих экспериментальных данных, и перспективы сбора данных, если имеющиеся данные не ранжируются как данные "высокой" достоверности
- 6.2.6. Ранжировать значимость и уровень изученности ключевых параметров, выявленных для какого-либо явления

6.3. Оценка важности явлений

- 6.3.1. Участники рабочей группы идентифицируют соответствующие явления и параметры, которые могут воздействовать на достоверность результатов моделирования пожара. Примерами соответствующих ключевых параметров могут служить теплопроводность стены, плотность стены и коэффициент теплопередачи ее поверхности и т.п.
- 6.3.2. На данном этапе основная задача заключается в идентификации явления. Однако при необходимости рабочая группа может определить ключевые параметры для различных явлений.
- 6.3.3. После того, как разработан перечень явлений, следующий этап анализа заключается в ранжировании каждого явления по значимости относительно критерия. Рабочая группа ранжирует значимость явлений в соответствии с идентификаторами, приведенными в таблице 6.3.4.:
- 6.3.4. Таблица - Идентификация ранжирования значимости явлений.

Идентификатор	Определение
Высокая (3)	Существенная значимость для рассматриваемого сценария
Средняя (2)	Средняя значимость для рассматриваемого сценария
Низкая (1)	Пренебрегаемая значимость для рассматриваемого сценария. Не являющаяся необходимой для моделирования данного параметра для данного применения.
Неопределенная (X)	Потенциально важное. Значимость должна быть исследована путем изучения чувствительности и/или исследовательских экспериментов и изучения таблицы идентификации явлений и их ранжирования (ТИЯР) соответственно.

6.4. Оценка изученности явлений

6.4.1. Следующий этап оценки заключался в ранжировании уровня изученности (состояния знаний) с точки зрения общей пригодности существующих средств моделирования пожара в соответствии с потребностями моделирования каждого идентифицированного явления.

6.4.2. Участники рабочей группы оценить пять различных параметров оценки уровня изученности.. Первый фактор изученности касается общей пригодности существующих и имеющихся в наличии моделей пожаров для работы с идентифицированным явлением. Идентификаторы, используемые рабочей группой для ранжирования, приведены в соответствующей таблице 6.4.3.

6.4.3. Таблица - Идентификация ранжирования пригодности модели.

Идентификатор	Определение
Высокий (3)	Существует, по меньшей мере, одна проверенная физически или валидированная модель явления, которая, как предполагается, достоверно представляет явление по всей области применений сценария
Средний (2)	Была проведена существенная исследовательская деятельность, в ходе которой была выявлена, по меньшей мере, одна претендующая модель явления или зависимость, которая, как предполагается, номинально представляет явление в некоторой части области применений сценария.
Низкий (1)	Никакой существенной исследовательской деятельности не проводилось, модель явления неизвестна или не представлена теоретически
Неопределенный (X)	Рабочая группа не осведомлена о текущем состоянии средств моделирования пожара в отношении данного явления

6.4.4. Второй фактор изученности касался пригодности существующих данных, необходимых для разработки и валидации расчетной (численной) модели рассматриваемого в сценарии объекта. Идентификаторы, используемые для ранжирования пригодности существующих исходных данных и данных валидации, приведены в таблице 6.4.5.

6.4.5. Таблица - Идентификаторы пригодности данных.

Идентификатор	Определение
Высокий (3)	Существует база данных высокого разрешения (например, набор данных степени валидации), или может быть сделана надежная оценка на основе имеющихся знаний. Необходимые данные могут быть легко получены
Средний (2)	Существующая база данных имеет среднее разрешение или не обновлялась в последнее время. Имеющиеся данные не идеальны в виду их давности или неточности. Умеренно надежная оценка моделей может быть проведена на основе имеющихся знаний
Низкий (1)	База данных имеет недостаточно данных или отсутствует

6.4.6. Заключительный аспект оценки модели и пригодности данных состоит в том, чтобы ранжировать возможность получать новые входные данные и данные валидации модели, если существующие данные были ранжированы как-нибудь иначе, помимо "высокой" пригодности. Идентификаторы, используемые для этого аспекта оценки, определены в таблице 6.4.7.

6.4.7. Таблица - Идентификаторы пригодности данных для возможности получения новых данных с целью обеспечения разработки и валидации модели.

Идентификатор	Определение
Высокий (1)	Необходимые данные могут быть легко получены на основании существующих экспериментальных возможностей
Средний (2)	Данные могут быть получены, однако для этого потребуются незначительно расширить существующие возможности, не прилагая существенных усилий
Низкий (3)	Данные не могут быть получены без усилий и/или существенных исследований

6.5. Уровни ответственности

6.5.1. Данный последний аспект процесса таблицы идентификации явлений и их ранжирования, состоящий в возможности получения новых исходных данных и данных валидации, предназначается для обеспечения дополнительного уровня оценки исходных данных для заказчика расчета. В частности, вопрос предназначается для выявления аспектов, "лежащих на поверхности", по

сравнению с теми аспектами уточнения моделей пожара, которые будучи потенциально важными, не могут быть выявлены без усилий и/или затрат. Ранжирования, относящиеся к выполнимости, также отражают технический риск, связанный с поиском различных аспектов улучшения модели пожара в будущем. То есть, элементы, которые получают высокую оценку при ранжировании с точки зрения выполнимости, должны сопровождаться низким риском и высокой вероятностью успеха. В отличие от них, элементы, отмеченные низкой выполнимостью, будут сопровождаться более высоким риском и значительной вероятностью отказа.

6.5.2. В рамках процесса формирования отчетной документации, оценки ранжирования в таблицах анализируются, а идентифицированные явления обобщаются на основе четырех уровней общей значимости. Общая значимость оценивается исходя из двух факторов, а именно: ранжирования значимости, присвоенного участниками рабочей группы (с учетом мнения большинства, в случае присвоения разного ранжирования) и ранжирования уровня изученности (состояния знаний). Общие уровни значимости определяются следующим образом:

6.5.2.1. **Уровень 1:** Наивысший уровень общей значимости присваивается тем явлениям, которые были отнесены к высокому уровню значимости и низкому уровню изученности.

6.5.2.2. **Уровень 2:** Второй уровень общей значимости присваивается тем явлениям, которые были отнесены к высокой значимости со средним уровнем изученности или средней значимости с низким уровнем изученности.

6.5.2.3. **Уровень 3:** Третий уровень общей значимости присваивается явлениям, которые были отнесены участниками рабочей группы к неопределенным при ранжировании значимости и/или уровня изученности. Данный уровень представляет собой области, которые, нуждаются в дальнейшем изучении, прежде чем наступит возможность проведения настоящей оценки значимости и уровня изученности.

6.5.2.4. **Уровень 4:** Четвертый уровень присваивается явлениям, которые были отнесены к одной из следующих классификаций: высокая значимость с высоким уровнем изученности; средняя значимость со средним или высоким уровнем изученности; или низкая значимость с низким, средним или высоким уровнем изученности. Данные ранжирования отражают мнение рабочей группы, согласно которому явления либо являются важными и понятными, либо являются относительно малозначительными.

6.6. Таблица идентификации и ранжирования

6.6.1. Пример таблицы идентификации и ранжирования явлений в расчетном сценарии, основанной на критериях важности и изученности явлений, приведен ниже. На основе этого анализа выбираются явления, подлежащие моделированию.

6.6.2. Для моделирования рекомендуется выбирать наиболее простые концептуальные модели из числа применимых для моделирования явлений для рассматриваемого сценария

6.6.3. Для разных задач и сценариев, в зависимости от сложности моделирования, объем критериев для оценки может отличаться как в меньшую, так и в большую сторону по сравнению с нижеприведенной таблицей 6.4.4 (перечень явлений и их ранжирование для абстрактного сценария приведен условно).

6.6.4. Таблица - ТИЯР для оценки явлений в сценарии для обоснования выбора модели

№	Явление в сценарии	Значимость в сценарии	Доступность адекватных моделей	Исходные данные и валидация модели	Возможность уточнения (калибровки) модели	Уровень важности
1	Пожарная нагрузка	высокая	высокая	низкая	средняя	1
2	Движение дымовых газов	высокая	высокая	низкая	средняя	1
3	Приток замещающего воздуха					
4	Направление и скорость ветра					
5	Температура наружного воздуха	низкая	высокая	высокая	высокая	4
6	Обнаружение возгорания пожарной сигнализацией					
7	Действие системы пожаротушения					

6.6.5. В ASME VV 10 [5.1.11] приведен пример ТИЯР, относящийся к анализу выбранной (выбираемой) концептуальной модели для моделирования расчетного сценария

6.6.6. Таблица - ТИЯР для оценки моделей, выбранных для расчета явлений сценария

№	Явление в сценарии	Значимость в сценарии	Надежность модели явления
1	Пожарная нагрузка		
2	Движение дымовых газов		
3	Приток замещающего воздуха		
4	Направление и скорость ветра	средняя	средняя
5	Температура наружного воздуха		
6	Обнаружение возгорание пожарной сигнализацией	низкая	средняя
7	Действие системы пожаротушения		

7. ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ШКАЛА ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ

7.1. Предисловие

- 7.1.1. Положения, приведенные в данном приложении, приведены по тексту приложения В стандарта NASA-STD-7009 «Расчеты и моделирование» [5.1.10] и являются изложением (переводом) оригинального документа.
- 7.1.2. Термин «шкала оценки достоверности» является переводом термина Credibility Assessment Scale. Более точным переводом термина «Credibility» является термин «Доверие» (со стороны специалистов), а не использованный в данном документе термин «достоверность». Термин «достоверность», близкий по смыслу, использован из-за большей благозвучности при построении сложных фраз.

7.2. Введение

- 7.2.1. Оценка доверия к результатам расчета и моделирования должна производиться с помощью шкалы оценки достоверности (ШОД) и процессов, представленных в данном приложении, содержащем поясняющие и руководящие положения. Процесс оценки включает оценку результатов расчета и моделирования по каждому из восьми факторов, а затем объединение этих восьми результатов по факторам в одно число, которое представляет общую оценку достоверности. Подробное пояснение восьми факторов приводится в разделах 7.2 и 7.3; процесс объединения приведен в разделе 7.4; и процесс сравнения рассчитанных баллов с использованием программы/порогов соответствия, установленных проектом, приведен в разделе 7.5.

7.3. Обзор факторов, подфакторов и категорий достоверности

- 7.3.1. ШОД состоит из восьми факторов, сгруппированных в три категории, как показано на [рисунке 1](#). Восемь факторов включают в себя верификацию, валидацию, происхождение исходных данных, неопределенность результатов, надежность результатов, историю использования, управление расчетом и квалификацию специалистов. Три категории включают разработку модели (верификация и валидация); выполнение расчета и моделирования (происхождение исходных данных, неопределенность результатов, надежность результатов); и Сопутствующее обоснование (история использования, управление расчетом, квалификация специалистов). Для каждого фактора определена оценка достоверности из пяти уровней.

7.3.2.



Рисунок 1 — Шкала оценки достоверности

- 7.3.3. Эти восемь факторов были выбраны из многочисленных факторов, которые вносят вклад в достоверность результатов расчета и моделирования, поскольку (а) по отдельности они были признаны ключевыми факторами в данном списке; (б) в совокупности они почти являются ортогональными, т.е. независимыми факторами; и (в) могут оцениваться объективно. Иными словами, основные аспекты, оцениваемые с помощью этих восьми факторов, следующие:

7.3.4. а. Разработка модели

7.3.4.1.(1) Верификация: были ли модели реализованы правильно, и в чем состояла численная ошибка/неопределенность?

7.3.4.2.(2) Валидация: верно ли сравниваются результаты модели и моделирования с референтными данными, и насколько близко референт к системе реального мира?

7.3.5. б. Выполнение расчета и моделирования

7.3.5.1.(1) Происхождение исходных данных: насколько мы уверены текущих входных данных?

7.3.5.2.(2) Неопределенность результатов: какова неопределенность в текущих результатов модели и моделирования?

7.3.5.3.(3) Надежность результатов: как тщательно являются чувствительность текущих результатах модели и моделирования известно?

7.3.6. в. Сопутствующее обоснование

7.3.6.1.(1) История использования: использовались ли успешно текущие расчеты и модели ранее?

7.3.6.2.(2) Управление расчетом: насколько хорошо было организовано управление процессами расчета и моделирования?

7.3.6.3.(3) Квалификация специалистов: насколько квалифицирован персонал?

7.3.7. Категория разработки модели и моделирования охватывает аспекты расчета, которые относятся к общей оценке достоверности расчета и моделирования для их широкого использования по назначению; выполнение расчета направлено на аспекты, связанные с текущим применением расчета и моделирования, чтобы предоставить конкретные оцениваемые результаты модели и моделирования; а категория сопутствующего обоснования рассматривает три пересекающихся фактора.

7.3.8. Рассмотрим случай модели и моделирования, которые реализованы с использованием программного пакета общего назначения, например, пакет структурного анализа COTS, в реализации вычислительной модели. Вся деятельность по верификации и валидации для инструмента COTS оценивается в развитии модели и моделирования. Особенно вычислительная модель, которая собирается с помощью инструмента COTS также оценивается в этой категории. Тем не менее, категория предложения модели и моделирования Операции с факторов доверия к применению этой конкретной вычислительной модели в генерации нынешних результатов модели и моделирования. Это включает в себя проведение настоящего моделирования и анализа и отчетности о результатах. Использование история обоих инструмента COTS в целом и конкретного вычислительной модели; Общее управление процессами модели и моделирования; и о квалификации людей, занимающихся разработкой, эксплуатации и анализа расчетной модели, рассматриваются в категории сопутствующего обоснования.

7.3.9. Таблица - Ключевые аспекты уровней оценке достоверности (подчеркнуты факторы с подфактором технической оценкой)

Уровень	Верификация	Валидация	Происхождение исходных данных	Неопределенность результатов	Надежность результатов	История использования	Управление моделью и моделированием	Квалификация специалистов
4	Численные ошибки незначительные для всех важных функций.	Результаты согласуются с реальными данными.	Входные данные согласуются с реальными данными.	Недетерминированный и численный анализ.	Чувствительность, известная по большинству параметров; ключевая определенная чувствительность.	Фактический стандарт.	Постоянное улучшение процесса.	Обширный опыт в использовании рекомендованных практик для конкретной модели и моделирования.
3	Формальная числен-	Результаты согла-	Входные данные согласу-	Недетерминированный	Чувствительность,	Предыдущие прогно-	Предсказуемый процесс.	Ученая степень или об-

	ная оценка ошибки.	суются с экспериментальными данными для интересующих задач.	ются с экспериментальными данными для интересующих задач.	анализ.	известная по множеству параметров.	зы были позднее подтверждены данными миссии.		ширный опыт в моделировании и рекомендуемые практические знания.
2	Отдельное и регрессивное тестирование ключевых особенностей.	Результаты согласуются с экспериментальными данными или другими моделью и моделированием по задачам единиц.	Входные данные, отслеживаемые в официальной документации.	Детерминированный анализ или мнения экспертов.	Чувствительность, известная по нескольким параметрам.	Используется до критических решений.	Установившийся процесс.	Формальная подготовка и опыт в моделировании и рекомендуемая практическая обучение.
1	Концептуальные и математические модели проверены.	Концептуальные и математические модели согласуются с простыми референтами.	Входные данные, отслеживаемые в неофициальной документации.	Качественные оценки.	Качественные оценки.	Проходит простые испытания.	Управляемый процесс.	Степень в инженерии или ученая степень.
0	Недостаточное обоснование.	Недостаточное обоснование.	Недостаточное обоснование.	Недостаточное обоснование.	Недостаточное обоснование.	Недостаточное обоснование.	Недостаточное обоснование.	Недостаточное обоснование.
	Разработка модели		Выполнение расчета			Сопутствующее обоснование		

7.3.10. В таблице 7.3.9 приведен обзор на высоком уровне критериев оценки. Они описаны более подробно в разделе 7.3. Таблица 7.3.9 сам по себе не должен быть использован при выполнении оценки достоверности. Скорее, определения подробные уровня в разделе 7.3, которые будут использоваться.

7.3.11. Фраза *недостаточное обоснование* в равной степени используется для всех факторов, которые характеризуют уровень 0, что означает, что либо никаких доказательств не существует для этого фактора, или, что доказательств того, что существует не отвечает даже на уровне 1 критерии этого фактора.

7.3.12. Слово *положительный*, используемое в определении уровня для ряда подфакторов или факторов (обоснование верификации, обоснование валидации, обоснование происхождения исходных данных, и история использования), обозначает, что все соответствующие критерии, которые были признаны необходимыми, по мнению программы/проекта в сотрудничестве с Техническим органом, были выполнены. При отсутствии документации, подтверждающей положительное сравнение, определения уровня, содержащие эту формулировку, считаются «невыполненными».

- 7.3.13. Другие ключевые фразы, представленные здесь и в последующих определениях уровней, включают: *реальную систему*, *целевые задачи*, и *задачи единичных явлений*. Формулировка *реальная система* относится к реальной системе, выполнимой в своей реальной среде. *Целевая задача* относится к системам, которые настолько близки к реальной системе в реальных условиях, что они захватывают большую часть важнейшей сложности реальной системы и ее окружения (относящейся к текущему применению расчета и модели), и все же не полностью соответствуют реальной системе в ее реальной среде. Это может быть реальная система в схожей среде, или аналогичная система в реальной среде. Формулировка *задача единичных явлений* относится к задачам, которые захватывают одно или несколько физических явлений, связанных с текущим применением расчета и модели. (В некоторых дисциплинах используется формулировка «структурная единица» для того, что здесь называется задачей.) Эти термины проиллюстрированы в следующих двух примерах.
- 7.3.14. Ряд экспериментов выполняются для проверки моделей единичных проблем (или строительных блоков) -малые штучных частях низкой сложности, но с критическими функциями-криогенного композитной структуры. Результаты этого проверки деятельности обеспечить уверенность в выборе для основных элементов Nastran и представлении свойств материала в зависимости от температуры и ориентации (анизотропии). Эти мероприятия квалифицироваться как архетипических проблем единичных и как такой уровень проверки 2 достигается.
- 7.3.15. Уровень 4 устанавливает высокую планку: есть минимальный шанс ошибок реализации модели, численные ошибки незначительны, проверка была выполнена против реальной системы в ее реальной среде, входные данные сверяются данные от реальной системы в реальных условиях, неопределенности оценки недетерминированный и на основе реальных данных, чувствительность к наиболее чувствительных переменных известны, модели и моделирования имеет большой опыт, процессы управления строги, и отличающийся высокой квалификацией.
- 7.3.16. Достижение рейтинг уровня 4 по шкале может быть технически осуществимо, хотя трудно. Очевидно, уровень 4 может быть достигнуто только через управление по системе, которая в этапе эксплуатации жизненного цикла. Более низкие уровни по шкале более подходящие цели для более ранних этапах жизненного цикла. Уровень 3 может быть достигнуто только тогда, когда несколько ключевых факторов (валидация, происхождение исходных данных, неопределенность результаты) основаны на экспериментальных данных. Уровень 2 дает кредит сравнению с референтными данными экспертного заключения или другого модели и моделирования. Уровень 1 является минимальным доказательств того, что должны быть доступны для любого кредитного уделять.
- 7.3.17. Все факторы в категориях разработки модели и выполнении расчета и моделирования содержат элемент или подфактор технической оценки помимо стандартных составляющих. Однако, несмотря на то, что техническая оценка является ключевым фактором достоверности, как техническая оценка, используемая в NASA, здесь она рассматривается в качестве элемента среди других факторов, а не в качестве самостоятельного фактора. Каждый из факторов, включенных в категории выполнения расчета и моделирования и разработки модели, охватывает широкий круг аспектов. Для того чтобы шкала оценки достоверности (ШОД) оставалась относительно простой, выделяются только один или два наиболее важных аспекта каждого фактора для оценки в первом подфакторе – подфакторе «обоснования». Подфактор технической оценки должен охватывать наибольшее количество остальных аспектов из возможных.
- 7.3.18. Компоненты ШОД расположены в многоуровневой иерархии. Общая оценка уровня 1, факторы являются 2-го уровня, и подфакторы являются уровень 3 С отчетность оценки для категорий не требуется, они не считаются ярус им самим, а можно четко рассматриваться как таковые, если оценки доверия к отдельным категориям желательны; Таким образом, категории обозначены как уровне 1,5.
- 7.3.19. Каждый подфактор (или фактором при нет подфакторы) делится на целых уровнях в диапазоне от 0 до 4, с определениями уровня, описывающих доказательства, необходимые для достижения данного конкретного уровня. Уровень 0 не соответствует нет или недостаточности обоснования; т.е., модели и моделирования дают результаты, но нет достаточных доказательств, чтобы оправдать даже достижение уровня 1 на этой подфактору. Определения уровня приведены в таблице 1, и более подробное объяснение содержится в следующих подразделах.
- 7.3.20. Можно подумать, что важнейшей вклад в достоверности результатов модели и моделирования является их точность. В данном контексте, точность разница между выходами модели и моделирования интересующих и их истинного значения (или их предполагаемого истинного значения). Тем не менее, истинное значение практически никогда не известно. В контексте модели и моделирования, можно определить точность по сравнению с некоторыми значениями референтной. Типы референтами, представляющих интерес для модели и моделирования являются (а) с высокой точностью численный результат (предполагается, истинное значение для оценки численное ошибку), и (б) референта проверки. Один редко имеет возможность использовать в качестве проверки референта истинное значение или предполагаемую истинное значение, то есть, для

реальной системы в реальных условиях (предполагаемого использования модели и моделирования), так как не имеют эти данные (в противном случае, можно было бы просто использовать его вместо результатов модели и моделирования). ШОД оценивает точность в нескольких местах-в отношении высокоточном численном результате в верификации и неопределенности результатов, и по отношению к предполагаемому истинному значению референта в валидации.

7.3.21. Два других веса (называемые погашения матрицы от их авторов), оба из которых, связанные, но несколько иные цели от ШОД, это Хармон и Янгблад (2005) [5.1.26] и Оберкампф и др. (2007) [5.1.25].

7.4. Определения уровней

7.4.1. В этом пункте дается подробное пояснение для различных определений уровня в ШОД. Во многих определениях уровня, несколько условий заявил. Это следует рассматривать как «и» условия, если, конечно состояние явно не предшествует «или». Для того, чтобы претендовать на рейтинге на заданном уровне, все «и» условия должны быть соблюдены. Там нет частичное кредит, предоставляемая оценка получена из определений уровня должно быть целым числом между 0 и 4 (Средневзвешенные оценки, вытекающие из подъемные, описанной в разделе 7.4 не ограничены быть целыми.)

7.4.2. Категория разработки модели и моделирования

7.4.3. В центре внимания двух факторов в категории развития модели и моделирования является оценка верификации и валидации расчета. Каждый из этих факторов имеет подфактор технической оценки. Общий балл для каждого фактора является взвешенной суммой двух подфакторов в процессе сворачивания, определенной в разделе 7.4. Определения уровня для подфакторов обоснования приведены в таблице 7.4.4 (В подфакторы технической оценки рассмотрены в разделе 7.3.14.)

7.4.4. Таблица — Определения уровней для доказательства подфакторов в категории разработки модели и моделирования

Уровень	Обоснование верификации	Обоснование валидации
4	Надежные методы оценки ошибок используются для количественной оценки численных ошибок. Эти оценки показывают, что ошибки малы из тестов, которые осуществляют все важные алгоритмы, все важные функции и возможности, и всех важных муфт (физики, модулей и т.д.) полной вычислительной модели.	Результаты модели и моделирования выгодно для реального мировой системы в точках проверки путем сравнения результатов модели и моделирования до приемлемого референта, который измерения на реальных системы.
3	Некоторые формальный метод используется для оценки численных ошибок, связанных с модульного тестирования со значительным охватом кода.	Результаты модели и моделирования хорошо согласуются в точках проверки путем сравнения результатов модели и моделирования с приемлемой базой сравнения, которой являются результаты экспериментальных измерений по интересующим задачам.
2	Благоприятные результаты блока и регрессионного тестирования ключевых особенностей вычислительной модели.	Результаты модели и моделирования выгодно для единичных проблем в точках проверки путем сравнения результатов модели и моделирования до приемлемого референта, который либо экспериментальные измерения или более высокого верности результаты модели и моделирования.
1	Положительное обоснование верификации для концептуальных и математических моделей.	Концептуальные и математические модели и моделирования выгодно сравнивать с референтами «общей задачи» и «учебник».
0	Недостаточное обоснование.	Недостаточное обоснование.

7.4.5. Подфактор обоснования верификации

7.4.6. Верификация представляет собой процесс определения того, что вычислительная модель точно представляет основную математическую модель и ее решение с точки зрения предполагаемого использования расчета и модели. В своих самых элементарных уровнях это предполагает уверенность, что концептуальные и математические модели являются правильными.

- 7.4.7. Кроме того, есть два разных аспекта верификации расчетной модели: (а) это правильно закодированные (верификация кода) и (б) являются численные ошибки небольшие (верификация расчета), то есть, то, что является численной точностью? В случае математических моделей, основанных на дифференциальных уравнениях (обыкновенных или частных), подробное обсуждение различия между этими двумя аспектами обеспечивается в ASME V & V 10 [5.1.11] и Оберкамф и др., 2007 [5.1.25].
- 7.4.8. Ключевые аспекты верификации кода являются регрессионное тестирование и тестирование модулей. Первая из них является процесс тестирования изменения в расчетных моделях, чтобы убедиться, что старые аспекты по-прежнему работают с новыми изменениями. Последний представляет собой процедуру используется для проверки, что отдельные подразделения вычислительных моделей работают должным образом. (В данном контексте единица является наименьшим проверяемым часть вычислительной модели.)
- 7.4.9. По крайней мере, для математических моделей, основанных на дифференциальных уравнениях, вычислительной модели неизбежно страдает от некоторого уровня численной ошибки.
- 7.4.10. Уровни 3 и 4 требуют оценку размера численной ошибки. Некоторые примеры формальных методов оценки численной ошибки являются эвристические оценки погрешности усечения использованием разложения Тэйлора (в случае конечно-разностных аппроксимаций) и строгие оценки погрешности (в случае конечно-элементных приближений). Уровень 3 требуется демонстрируя, что оценивается численная ошибка приемлемо мала для единичных проблем. Уровень 4 требуется более комплексную демонстрацию, что численная ошибка приемлемо мала.
- 7.4.11. Для подфактора обоснования верификации, оценка уровня n ($n > 2$) требует, чтобы все условия для уровней 1, ..., $n-1$, удовлетворяются в дополнение к условиям на уровне n , т.е., уровень 3 рейтинг требует, чтобы условия на уровнях 1 и 2 также будут удовлетворены.
- 7.4.11.1. Подфактор обоснования валидации
- 7.4.11.2. Одобрение представляет собой процесс определения, в какой степени модель или имитация является точное представление о реальном мире с точки зрения предполагаемого использования модели или к симуляции. Это предполагает как достоверность результатов-величины численной разницы между средней результата модели и моделирования и среднего референтной данных-и связанной с ним неопределенности-распространением о средствах. Оба из них оцениваются в точке проверки, то есть, точки, в которых производится сравнение. Благоприятный Сравнение результатов модели и моделирования и данных референтных требуется как минимум, что некоторое совпадение между интервалами неопределенности вокруг средств.
- 7.4.11.3. Вспомогательный аспект проверки включает в себя чувствительность как референта и результатов модели и моделирования по отношению к изменениям от номинальных входных переменных и параметров. Хотя это, конечно, рекомендуется, что чувствительность результатов модели и моделирования будет похож на референта, экспериментальные данные о чувствительности редко имеются в наличии. Соответственно, этот аспект не оценивается по подфактора обоснования валидации.
- 7.4.11.4. «Благоприятным Сравнение с реальной системой» фразу в уровне 4 включает обеспечение того, чтобы данные для реальной системы соответствует адекватно современному состоянию (в том числе любой старение или изменения) системы, т.е., последняя часть пункта (е) Диас действий # 4 должны быть удовлетворены.
- 7.4.11.5. Для подфактора обоснования валидации, оценка уровня n ($n > 2$), требует, чтобы все условия для уровней 1, ..., $n-1$, удовлетворяются в дополнение к условиям на уровне n , т.е., уровень 3 рейтинг требует что условия в уровнях 1 и 2 также будут удовлетворены.
- 7.4.12. Категория выполнения расчета и моделирования
- 7.4.13. В центре внимания этих трех факторов в категории операций с моделью и моделированием является оценка этих результатов модели и моделирования, которые поддерживают определенную критическую решение в вопросе. Каждый из этих факторов имеет подфактор технической оценки. Общий балл для каждого фактора является взвешенной суммой двух подфакторов в процессе сворачивания, определенной в разделе 7.4. Определения уровня для подфакторов обоснования приведены в таблице 7.4.14.
- 7.4.14. Таблица - Определение уровней подфакторов обоснования в категории выполнения расчета и моделирования

Уровень	Обоснование происхождения исходных данных	Обоснование неопределенности результатов	Обоснование надежности результатов
4	Входные данные сопоставимы с данными измерений реальной системы, или входные данные	Оценка неопределенности является количественной и основана на недетерминированном и	Чувствительность результатов модели и моделирования для реальной системы количественно известна для

	получены из модели и моделирования с общей оценкой достоверности, превышающей 3,5. Известна неопределенность, связанная с входными данными.	численном анализе.	большинства переменных и параметров, включая все наиболее чувствительные переменные и параметры.
3	Входные данные сопоставимы с приемлемыми измеренными референтными данными из интересующих задач, или входные данные получены из модели и моделирования с рейтингом резюме доверия выше 3,0. Известна неопределенность, связанная с входными данными.	Оценка неопределенности является количественной и основана на недетерминированном анализе.	Чувствительность результатов модели и моделирования для реальной системы количественно известна для многих переменных и параметров.
2	Входные данные отслеживаются до официальной документации, или входные данные получены из модели и моделирования с общей оценкой достоверности, превышающей 2,0.	Оценка неопределенности является количественной и основана на недетерминированном анализе или мнении экспертов.	Чувствительность результатов модели и моделирования для реальной системы количественно известна для нескольких переменных и параметров.
1	Входные данные отслеживаются до неофициальной документации, или входные данные получены из модели и моделирования с общей оценкой достоверности, превышающей 1,0.	Оценка неопределенности является качественной.	Чувствительность результатов модели и моделирования для реальной системы оценивается по аналогии с количественной чувствительностью аналогичных интересующих задач.
0	Недостаточное обоснование.	Недостаточное обоснование.	Недостаточное обоснование.

7.4.14.1. Подфактор обоснования происхождения исходных данных

7.4.14.2. Происхождение входных данных предполагает оценку всех данных, которые используются в качестве входных данных для текущих результатов модели и моделирования. Оно включает в себя не только данные уникальные для этой модели, но и данных, которые полученные путем другого моделирования. В первом случае входные данные оцениваются непосредственно, в последнем случае входные данные оцениваются косвенно с помощью показателя (ей) оценки достоверности модели и моделирования, из которых получены данные. Следует отметить, что достижение уровней 3 и 4 требует, чтобы была известна неопределенность, связанная с входными данными.

7.4.14.3. Прямая оценка входных данных на уровнях 1 и 2 требует прослеживаемости документации входных данных. Неофициальная документация является лишь письменной документацией, которая не была независимо проанализирована. Официальная документация требует оценки третьей стороной, и должна быть либо документом NASA серии STI, либо программным/проектным документом.

7.4.14.4. Подфактор обоснования неопределенности результатов

7.4.14.5. Неопределенность результатов является количественной оценкой неопределенности в текущих результатах модели и моделирования. Два важных аспекта неопределенности являются (а) размер неопределенности, например, размер интервала неопределенности; и (б) уверенность в или качество оценки неопределенности, например, статистической достоверности заявления или основательностью, используемой в оценке. В зависимости от применения, только один из них или оба из них могут быть важны. Ответственная сторона выберет состоит ли критерии неопределенности из (а) только, (б) или по обоим (а) и (б). Неопределенность в результатах модели и моделирования зависит от неопределенности во входных переменных и параметрах, а также от численных ошибок.

7.4.14.6. На уровне 1 неопределенность описывается только качественно, т.е., в лингвистических терминах. На уровне 2 неопределенность описывается в числовых терминах, то есть, как представлены интервалы неопределенности по результатам модели и моделирования. Интервал неопределенности может быть основан на мнении эксперта предметной и / или по количественным неопределенности в наиболее соответствующей точки проверки. На уровне 3, в заявлении неопределенность численное и использует недетерминированном анализа (в том числе обычной вероятностного анализа, а также подходов, таких как интервального анализа, теории доказательств, нечеткой логики и теории возможностей); этот уровень может быть достигнут путем формального применения недетерминированном анализа с набором предмете экспертных заключений (см. Кук (1991)); на этом уровне, неопределенность, вероятно, будет указано без мерой доверия, связанный с интервалом неопределенности. На уровне 4, в заявлении неопределенность делает использование недетерминированном анализа, но будет также включать уровень доверия, связанный с интервалом неопределенности; то есть, некоторые численная оценка неопределенности в численном интервала неопределенности был сделан.

7.4.14.7. Подфактор обоснования надежности результатов

7.4.14.8. Надежность результатов определяет, насколько четко известна чувствительность текущих результатов расчета (к переменным и параметрам расчета и моделирования). Цель учета надежности заключается в том, чтобы сформировать понимание чувствительности реальной системы к возможным изменениям в переменных и параметрах системы. Следовательно, понимание того, насколько точно чувствительность модели и моделирования совпадает с реальной системой, представляет особый интерес.

7.4.14.9. Моделирование стремимся подражать реальному миру или предлагаемый реальный мир посредством вычислительной модели. В идеале, подражали система ведет себя подобно реальной системы. То есть, если в реальном мире система чувствительна к определенным переменных или параметров, то результаты модели и моделирования должны быть чувствительны аналогично. Уровень соглашения между реальной системы и результатов модели и моделирования находится в пределах домена фактора валидации и не фактор надежности.

7.4.14.10. Что представляет собой «несколько», «много», и «большинство» в уровнях 2, 3 и 4 нельзя указать точно. В качестве ориентира, «несколько» должно означать, что чувствительность, скажем, менее 20 процентов потенциальных переменных и параметрам известна; «Многие» должно означать, что чувствительность, скажем, от 20 до 50 процентов известна; на уровне 4, «большинство» подразумевает большинство (то есть, > 50 процентов) всех параметров и переменных известна в том числе все наиболее чувствительных переменных и параметрам.

7.4.15. Категория сопутствующего обоснования

7.4.16. В центре внимания этих трех факторов в категории сопутствующего обоснования находится оценка трех элементов процесса модели и моделирования, которые могут косвенно повлиять на достоверность результатов модели и моделирования. Факторы, включенные в целях История, модели и моделирования Управление, и люди квалификации. Коэффициент использования История описывает степень предварительного использования модели и моделирования в подобных ситуациях для принятия критически важных решений. Коэффициент модели и моделирования с функцией управления оценивает уровень формальности, применяемой программы или проекта в надзоре за модели и моделирования. Люди Квалификация фактором оценивает подготовку и опыт разработчиков, операторов и аналитиков, проводящих деятельность модели и моделирования. Определения уровня для этих трех факторов приведены в таблице 7.4.17.

7.4.17. Таблица — Определение уровней для факторов в категории сопутствующего обоснования

Уровень	История использования	Управление расчетом	Квалификация специалистов
4	Фактический стандарт.	Непрерывное улучшение процесса: попытка расчета и моделирования, используя измерения процессов расчета и моделирования с целью улучшить повторяемость результатов расчета и моделирования.	Имеет высшую техническую или научную степень либо большой опыт работы в расчетах и моделировании, имеет широкий опыт разработки и использования рассматриваемых расчетов и моделей, и применил конкретные рекомендуемые практики, связанных с текущими моделями.
3	После принятия решения в реальном мире события были точно пред-	Предсказуемый процесс: попытка модели и моделирования из-	Обладает прогрессивное техническое или ученую степень или большой опыт работы,

	ставлены в результатах (например, подтверждено данными миссии).	меряет повторяемость результатов модели и моделирования, порожденных процессами модели и моделирования.	имеет общую подготовку модели и моделирования, имеет определенный опыт работы с пересматриваются модели и моделирования, и прошел подготовку по конкретным рекомендованной практики, имеющих отношение к текущему приложению.
2	Использовано ранее для выполнения анализа, на котором важные решения были сделаны.	Созданная процесса: попытка модели и моделирования установила документированный процесс для модели и моделирования разработке и осуществлении ее.	Обладает инженерное или ученую степень, получил формальное обучение в формулировке модели и моделирования и общего обучения в рекомендуемой практики для модели и моделирования, и разработала продукты модели и моделирования.
1	Конкретные сценарии были созданы, чтобы проверить заявление или результаты сопоставимы с выходов от других аналогичных инструментов.	Управляемый процесс: роли и обязанности в модели и моделирования были определены.	Обладает инженерное или ученую степень, была введена к теме модели и моделирования, и подвергся воздействию общих рекомендуемых практик в модели и моделировании.
0	Недостаточное обоснование.	Недостаточное обоснование.	Недостаточное обоснование.

7.4.18. Фактор истории использования

7.4.19. Использование История оценивает, насколько интенсивно модели и моделирования в текущем приложении были использованы в тех же или аналогичных целях в прошлом. Это оценивает «Происхождение» модели и моделирования. Нетривиальные уровни колеблются от благоприятных сравнений с другой модели и моделирования (уровень 1) до модели и моделирования, которые были использованы ранее для критических решений с подтверждением после полета и ставших де-факто стандарты (уровень 4).

7.4.20. Для фактора Использование истории, уровень 3 рейтинг требует, чтобы условия на уровне 2 также будут удовлетворены. Для того чтобы претендовать на уровне 4 не только должны условия на уровне 2 и уровне 3 довольны, но и модели и моделирования должны быть широко использованы для конкретного применения.

7.4.21. Фактор управления расчетом

7.4.22. Термин модели и моделирования с функцией управления используется для описания степени, в которой попытка модели и моделирования обладает свойствами управления работы продукта; Определение процесса; Измерение процесс; управления процессом; изменение процесса; постоянное совершенствование, в том числе СМ; и поддержка и обслуживание модели и моделирования. Уровни аналогичны тем, которые в большинстве моделей зрелости процесса. Этот фактор оценивает, насколько строго пункт (е) Диас действий # 4 (см. 7) адресован. Оценки на уровне 1 и выше требуют доказательств адресации каждой из тем в пункте (е) Диас действий # 4.

7.4.23. Для фактора управления модели и моделирования, оценка уровня n ($n > 2$), требует, чтобы все условия для уровней 1, ..., $n-1$, удовлетворяются в дополнение к условиям на уровне n , т.е., уровень 3 рейтинг требует что условия в уровнях 1 и 2 также будут удовлетворены.

7.4.24. Фактор квалификации специалистов

7.4.25. Люди Квалификация относится к квалификации персонала в использовании и / или интерпретировать результаты модели и моделирования. Квалификация персонала оцениваются с точки зрения общего образования, общего опыта, специальной подготовки для субъекта модели и моделирования, и конкретного опыта с предметом модели и моделирования. Образование и опыт включают рекомендуемой практики в целом и для субъекта модели и моделирования.

7.4.26. Если нет рекомендуемой практики не были определены (см. Треб. 4.5.1.), То условия, относящиеся к рекомендуемой практики в определениях уровня не применяются; т.е., они не имеют никакого влияния на уже или нет было достигнуто частности уровень. Прилагательное «обширный» в определении термина уровне 4 означает, что человек (или руководитель команды) имеет достаточный опыт наставника новичков на тему модели и моделирования без дополнительной технической надзор, и для уровня 3 это означает, что человек (или руководитель команды) имеет достаточный опыт, чтобы наставник новичков на тему дисциплины (не обязательно модели и

моделирования) без дальнейшего технического надзора. Термин «формальное обучение» означает обучение под руководством инструктора классе, по крайней мере в глубине семестрового университетского курса в старших курсов или выпускников уровне.

7.4.27. Подфакторы технической оценки

7.4.28. Пять из восьми факторов содержат элемент технической оценки, который оценивает уровень экспертной оценки, который был успешно завершен в отношении к данному фактору. Под «экспертной оценкой» понимается оценка, проводимая одним или несколькими лицами равной технической квалификации для лица (лиц), ответственных за работу, подлежащую оценке. «Неофициальная экспертная оценка» - это оценка, не проводимая в соответствии с процессом, установленным организацией проводящей или проходящей оценку, «официальная экспертная оценка» - это оценка, которая, утвержденная программой/проектом и проводящаяся в соответствии с правилами четко установленными организацией, проводящей или проходящей оценку. Экспертные оценки, подразделяются на «внутренние» или «сторонние» в зависимости от того являются ли члены оценивающей группы преимущественно представителями ведущего центра проекта или нет.

7.4.29. Этот подфактор появляется в каждом из следующих факторов: верификации, валидации, происхождения исходных данных, неопределенности результатов и надежности результатов. Причина этого повторения состоит в том, что многочисленные оценки, как правило, проводятся на протяжении жизненного цикла программы или проекта, при этом каждая оценка посвящена конкретным темам. Нет ничего необычного в том, что эксперты по разным вопросам участвуют в различных оценках в зависимости от их занятости в определенное время и их специализации. Точно так же, те же самые специалисты могут выступать в качестве рецензентов в различных ролях на протяжении всего жизненного цикла программы или проекта, опять же в зависимости от их занятости и компетенции.

7.4.30. Определения уровней для подфакторов полной технической оценки представлены в таблице 7.4.31. Они одинаковы на уровнях от 0 до 3. На уровне 4 фраза, выделенная курсивом, должна быть заменена на соответствующее название фактора. Например, уровень 4 для верификации технической оценки обозначает «положительную стороннюю экспертную оценку, сопровождаемую независимой верификацией». В целом, оценка уровня 4 будет также включать независимую обработку соответствующих выводов сторонними специалистами или их представителями.

7.4.31. Таблица — Определение уровней для технического обзора подфакторов

Уровень	Техническая оценка
4	Положительная сторонняя экспертная оценка, сопровождаемая независимой оценкой факторов.
3	Положительная сторонняя экспертная оценка.
2	Положительная официальная внутренняя экспертная оценка.
1	Положительная неофициальная внутренняя оценка.
0	Недостаточное обоснование.

7.4.32. Хотя для описания различных уровней в подфакторе технической оценки используется один тот же язык, предполагается, что оценки для каждого фактора сосредоточены исключительно на материале, относящемся к данному фактору. Это не означает, однако, что оценки по темам нескольких факторов не могут рассматриваться в рамках одного собрания оценивающей группы.

7.5. Процессы формирования сводки оценки достоверности

7.5.1. Предписание значений веса для подфакторов

7.5.2. Основное внимание в ШОД уделяется баллам по восьми факторам; и далее внимание уделяется общему счету, который является минимумом баллов по восьми факторам. Пять факторов категорий разработки модели и выполнения расчета и моделирования являются средними весовыми коэффициентами соответствующих подфакторов обоснования и технической оценки. Однако основной упор делается на оценки на фактором яруса; подфактор технической оценки просто служит для настройки доказательную подфактор по результатам внутренних и внешних оценок. Обязательный отчет в категории яруса рассмотрены в конце этого пункта.

7.5.3.



Рисунок 2 — Значения веса подфакторов

7.5.4. На [рисунке 2](#) изображены 10 значений веса, которые необходимы для сводки подфакторов для фактора яруса. Ограничения на этих весов следующим образом:

7.5.4.1. Каждый вес лежит в отрезке [0,1].

7.5.4.2. Сумма каждой пары подфакторов, например, W11 и W12, равна 1.

7.5.4.3. Весовой коэффициент подфактора для технической оценки далее ограничивается до значения не более 0,3.

7.5.5. Достигнутый результат на самом низком уровне (коэффициент или подфактор) основан на объективной оценке документального обоснования в сравнении с определением уровня. В категориях модели и моделирования развития и модели и моделирования операций, достигается оценка фактором является Свидетельство забить раз вес Свидетельство плюс балл оценки, умноженный на вес оценки. Ограничение в. ограничивает сумму, на которую техническая оценка может увеличить или уменьшить балл фактора по отношению к баллу подфактора обоснования. В самом крайнем случае, с баллом обоснования, равным 0 и технической оценкой, равной 4,0, балл фактора равен 1,2.

7.5.6. Выбор весовых коэффициентов является субъективным обязательно. Как указано в Ур. 4.1.3, ответственная сторона обозначена управления программами и проектами будет выбрать различные веса, подлежащих утверждению программы / управления проектами и технического органа.

7.5.7. Подъемные баллов фактором 8 в общий счет осуществляется путем снятия минимум баллов фактором 8.

7.5.8. Примеры сводки

7.5.9. Иллюстрация сводки от подфактор к фактору приводится в таблице 7.5.10. В этом случае основной балл подфактора 3 слегка повышен до 3,3 вследствие жесткой технической оценки.

7.5.10. Таблица — Сводка баллов подфактора в соотношении с фактором

Подфактор	Вес подфактора	Оценочный балл	Балл по весу	Балл фактора
Обоснование валидации	0,7	3	2,1	3,3
Техническая оценка валидации	0,3	4	1,2	

7.5.11. Пример сводки от фактора уровня в соотношении с общим баллом приведен в таблице 7.5.12. Общая оценка представляет собой минимум баллов фактора. Баллы сообщаются только для двух значимых чисел, так как перенос более чем одного числа после десятичной запятой означает ложное ощущение точности.

7.5.12. Таблица — Сводка от фактора уровня в соотношении с общим баллом

Фактор	Балл фактора	Общий балл
Верификация	3	

Валидация	3,3	1,7
Происхождение входных данных	3,3	
Неопределенность результатов	3	
Надежность результатов	1,7	
История использования	4	
Управление моделью и моделированием	3	
Квалификация специалистов	3	

7.5.13. По требованиям 4.7.1, 4.7.3, и 4.8.3, отчетность по результатам МОДЕЛИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ будет сопровождаться отчетами по баллам восьми факторов и одного, общего балла. Возможные форматы отчетности для оценки фактора — гистограммы и радарные графики, как показано на [рисунке 3](#).

7.5.14.

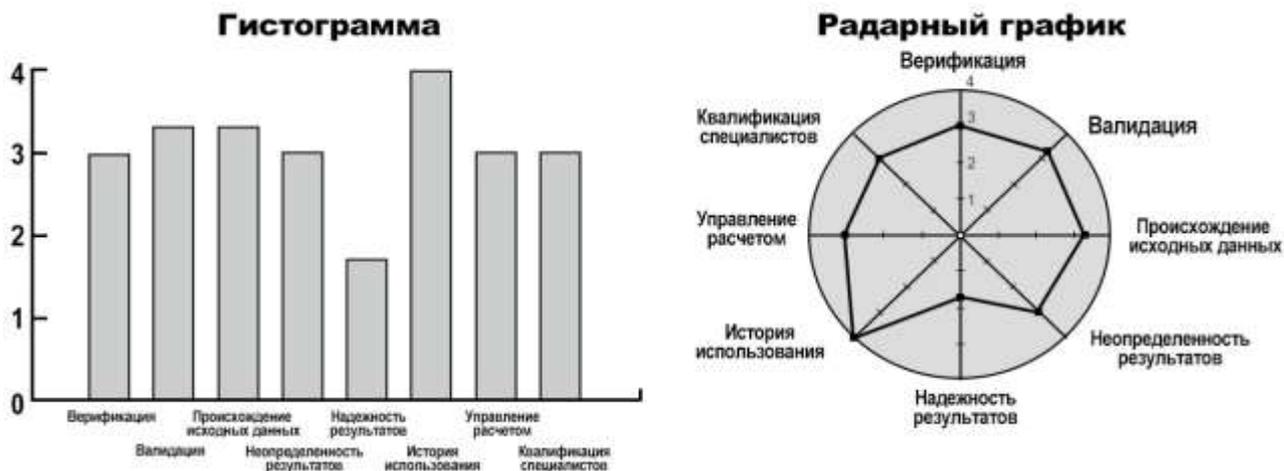


Рисунок 3 — Гистограмма и радарный график для баллов фактора

7.5.15. Отчетность из десятков в категории уровня является обязательным. Если это происходит, то это выполняется, принимая минимум всех баллов фактором в категории. См. таблицу 7.5.16 с иллюстрацией сводки к категории операций с моделями и моделированием, соответствующие баллам фактора в примере в таблице 7.5.12.

7.5.16. Таблица — Сводка баллов фактора к категории баллов

Фактор	Балл фактора	Балл категории
Происхождение входных данных	3,3	1,7
Неопределенность результатов	3	
Надежность результатов	1,7	

7.6. Сравнение с пороговыми значениями достаточности

7.6.1. В разделах 7.2 и 7.3 представлена и описана шкала оценки достоверности (ШОД) — общий уровень, уровень категории, фактора и подфактора, наряду с соответствующими определениями уровня самого низкого уровня, с которым сопоставлены результаты расчета и моделирования. В разделе 7.4 представлена методика сведения начисленных баллов от одного уровня к следующему уровню выше. В данном разделе представлены и описаны достаточности или достаточности пороговые значения (так называемые «достаточно хорошей» столбцы), назначенные ответственной стороной, против которой начисленные баллы по сравнению по назначению. Порог концепция больше усилились с помощью соответствующих «дефицит / превышения флаги», чтобы обеспечить основные моменты управления на уровне любой нехватки средств / превышения, по сравнению с пороговыми значениями, предметом измерения фактора доверия модели и моделирования. Эта инфраструктура обеспечивает простые «показателей на панели» для модели и моделирования результатов доверия для топ-менеджмента, еще полного отслеживания до оценок ниже уровня доверие, необходимых для оказания технической обратную связь с разработчиками и пользователями.

7.6.2. Ответственная сторона устанавливает желаемые пороги для каждого из факторов в CAS. Это делается с учетом того, что является «достаточно хорошим» для этого фактора по назначению.

Пороговые значения должны быть целыми числами от 0 до 4 включительно. Кроме того, пороговые уровни должны (а) изменяться в течение всего жизненного цикла проекта, поддерживаемого модели и моделирования, и (б) зависеть от тяжести риска, связанного с решением.

7.6.3. Сравнение порогового фактора уровня, установленного ответственной стороной и оценочной счетом используется для определения адекватности применения модели и моделирования для каждого фактора доверия. Если оценочная оценка коэффициента равна порогу, условие удовлетворяется фактора; и флаг дефицит / превышение зеленого цвета, это означает, что модели и моделирования достиг достаточного уровня доверия. Если счет более одной половины единицы ($> 0,5$) ниже порогового значения, флаг дефицит будет установлен, это указывает, что доверие не является адекватным для применения модели и моделирования. Дефицит разрыв больше, чем на половину единицы ($> 0,5$), но меньше или равна одной единице ($< 1,0$) будет генерировать желтый флаг. Разрыв дефицит больше, чем одна единица ($> 1,0$) по шкале будет генерировать красный флаг. Если счет превышает порог, синий флаг превышения будет установлен, это указывает, что доверие является более чем достаточным для фактора для применения модели и моделирования. Эти флаги используются, чтобы показать дефицита / условия превышения всю дорогу к 1-й уровень, общего балла. Изображение из этих флагов на уровне фактора приводится на [рисунке 4](#).

7.6.4.

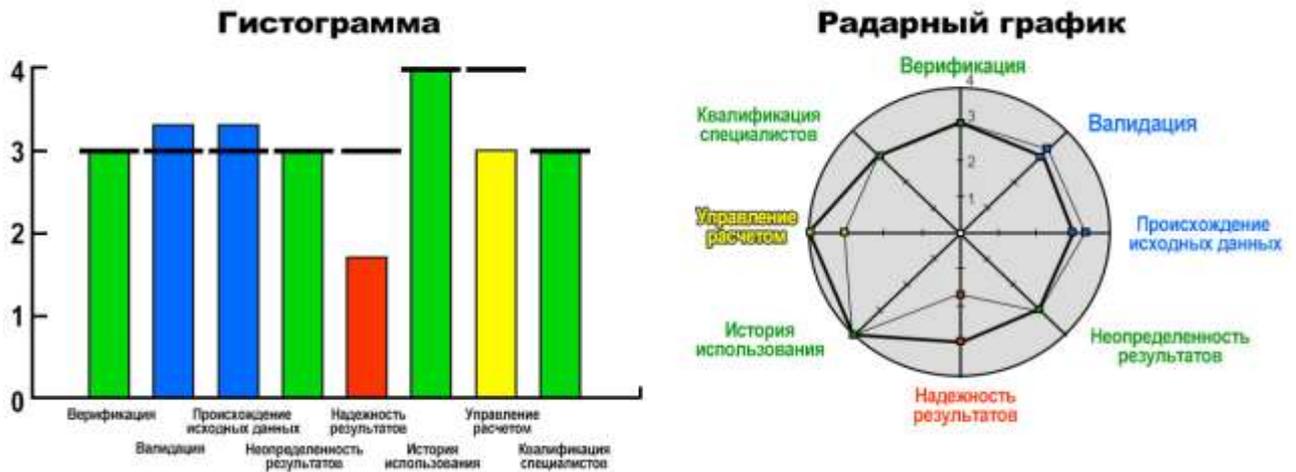


Рисунок 4 — Пороговые значения достаточности и цветовое кодирование на гистограмме и радарном графике для баллов фактора

8. ПРИЛОЖЕНИЕ 3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

8.1. Использование контрольных вопросов

8.1.1. Контрольные вопросы предназначены для планирования состава и объема отчетной документации по расчетам, а также для оценки и самооценки полноты изложения необходимой информации в соответствии с рекомендациями данного стандарта.

8.2. Контрольные вопросы по расчету

8.2.1. Задание на расчет выдано специалистом, разбирающимся в вопросах пожарной безопасности? Были ли внесены расчетчиком уточнения в задание для соответствия предполагаемого использования результатов расчета решаемой для рассматриваемого объекта задаче?

8.2.2. Исходные данные для расчета выданы специалистом, разбирающимся в вопросах пожарной безопасности? Были ли осуществлены необходимые проверки и внесены ли расчетчиком уточнения в задание для соответствия предполагаемого использования результатов расчета решаемой для рассматриваемого объекта задаче?

8.2.3. При использовании исходных данных для расчета был ли выполнен анализ соответствия и достаточности данных для рассматриваемого объекта?

8.3. Контрольные вопросы по выбору сценариев

8.3.1. Кто выбрал сценарии для расчета?

8.3.2. Как обоснован выбор необходимого и достаточного числа сценариев для расчета?

8.3.3. Какая задача выполняется для сценария (проверочная, поисковая, оптимизационная, анализ надежности и т.п.)?

8.4. Контрольные вопросы по сценариям

8.4.1. Как обоснован выбор сценария?

8.4.2. Какие допущения приняты для сценария?

8.4.3. Какие исходные данные использованы в сценарии?

8.4.4. Требуется ли использование допущений и принятых исходных данных каких-либо дополнительных по сравнению с обычными (основанными на действующих нормах и правилах и их применением на практике) организационных и технических мероприятий пожарной безопасности?

8.4.5. Какие физические и социальные явления являются значимыми для данного сценария?

8.4.6. Выполнена ли идентификация и ранжирование явлений для данного сценария?

8.5. Контрольные вопросы по моделям

8.5.1. Учитывает ли модель необходимые для моделирования явления, определенные при идентификации и ранжировании явлений для сценария?

8.5.2. Находятся ли исходные данные для моделирования в области значений, для которой в технической документации к модели имеются данные по валидации?

8.5.3. С какой необходимой или достаточной точностью (погрешностью) нужно выполнить моделирование?

8.5.4. Выполнен ли анализ точности полученных результатов моделирования?

8.5.5. Выполнена ли оценка достоверности полученных результатов?

8.5.6. Выполнен ли анализ численной устойчивости выполненного моделирования?

8.5.7. Какой коэффициент надежности следует принять для результатов моделирования при использовании в выполняемом расчете с учетом планируемого практического применения результатов расчета

8.6. Контрольные вопросы по отчетной документации

- 8.6.1. Выводы по расчету однозначно соответствуют заданию на расчет, его целям и задачам?
- 8.6.2. Выводы сформулированы четко и однозначно и не допускают различного толкования?
- 8.6.3. В выводах использованы только термины, определенные в нормативных документах?
- 8.6.4. Используемые термины применены в значениях, соответствующих определениям нормативных документов?
- 8.6.5. Приведено ли однозначное определение использованного в расчете значения термина для терминов и понятий, отсутствующих в нормативных документах?
- 8.6.6. Указан ли полный перечень параметров для проектирования или оценки объекта, для которого выполнялся расчет, соответствующих принятым в расчете допущениям и предположениям?
- 8.6.7. Указан ли полный перечень ограничений на использование (эксплуатацию) объекта, для которого выполнялся расчет, соответствующих принятым в расчете допущениям и предположениям?