

ПНСТ 763-2022

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Безопасность в чрезвычайных ситуациях БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Общие требования

Safety in emergencies. Safe city. Earthquake forecasting. General requirements

ОКС 13.200

Срок действия с 2023-07-01
до 2026-07-01

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью "Национальный Центр Информатизации" (ООО "НЦИ")

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 071 "Гражданская оборона, предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций"

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 ноября 2022 г. N 119-пнст

Правила применения настоящего стандарта и проведения его мониторинга установлены в ГОСТ Р 1.16-2011 (разделы 5 и 6).

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандарта можно направить не позднее чем за 4 мес до истечения срока его действия разработчику настоящего стандарта по адресу: info@ncinform.ru и/или в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии по адресу: 123112 Москва, Пресненская набережная, д.10, стр.2.

В случае отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в ежемесячном информационном указателе "Национальные стандарты" и также будет размещена на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает общие требования к организации и порядку прогнозирования последствий воздействия землетрясений на инфраструктуру населенных пунктов (НП) на контролируемой территории (КТ) с использованием прогнозной аналитической модели (ПАМ) в составе аппаратно-программного комплекса "Безопасный город" (далее - АПК "Безопасный город"), в качестве математической основы моделирования которой используются байесовские классификаторы.

Стандарт не содержит указаний по применению конкретных байесовских классификаторов.

Стандарт не распространяется на ПАМ, использующие для прогнозирования землетрясений другие математические методы.

1.2 Положения настоящего стандарта предназначены для использования федеральными органами исполнительной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления, научно-исследовательскими и другими организациями, участвующих в проектировании, разработке, внедрении в промышленную эксплуатацию и эксплуатации АПК "Безопасный

город".

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 30630.5.4 Воздействие природных внешних условий на технические изделия. Общая характеристика. Землетрясения

ГОСТ Р 22.0.03 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения

ГОСТ Р 57546 Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности

ПНСТ 761-2022 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Безопасный город. Термины и определения

ПНСТ 762-2022 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Безопасный город. Типовая прогнозная и аналитическая модель с использованием метода Байеса. Общие требования

СП 14.13330.2018 СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах

СП 286.1325800.2016 Объекты строительные повышенной ответственности. Правила детального сейсмического районирования

СП 442.1325800.2019 Здания и сооружения. Оценка класса сейсмостойкости

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя "Национальные стандарты" за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 30630.5.4, ГОСТ Р 22.0.03, ПНСТ 761-2022, ПНСТ 762-2022, ГОСТ Р 57546, СП 14.13330.2018, СП 286.1325800.2016, СП 442.1325800.2019.

4 Основные положения

4.1 Настоящий стандарт содержит описание процессов формирования априорной информации для прогнозирования последствий землетрясений на КТ.

4.2 Прогнозная аналитическая модель для прогнозирования землетрясений АПК "Безопасный город" (ПАМ-3) должна соответствовать ПНСТ 762-2022.

4.3 ПАМ-3 предназначена для автоматизации деятельности должностных лиц единой дежурно-диспетчерской службы при прогнозировании последствий землетрясений на КТ.

4.4 Пользователями ПАМ-3 могут быть также представители органов, осуществляющих руководство и управление мероприятиями по ликвидации последствий землетрясений федерального, регионального, муниципального и объектового уровней и имеющих доступ к АПК "Безопасный город".

4.5 Прогнозирование последствий землетрясений с использованием ПАМ-3 осуществляется с целью

повышения эффективности принимаемых управленческих решений по проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ на территориях, подвергшихся воздействию данной угрозы.

4.6 В общем случае процесс разработки и применения ПАМ-З включает в себя следующие этапы:

- обучение ПАМ-З;
- опытная эксплуатация ПАМ-З на тестовых данных;
- промышленная эксплуатация ПАМ-З на реальных данных.

5 Обучение ПАМ-З

5.1 Основными мероприятиями, осуществляемыми в процессе обучения ПАМ-З, являются:

- сбор статистики за последние пять лет о землетрясениях в НТ Российской Федерации;
- обработка собранных данных для формирования обучающего множества ПАМ-З;
- сборка обработанных данных ПАМ-З в обучающие примеры;
- обработка обучающих примеров с применением байесовского классификатора.

В качестве начала наблюдения в ПАМ-З следует принимать дату и время наблюдения землетрясения.

5.2 В настоящем стандарте установлены основные входные данные для формирования базового обучающего множества ПАМ-З. Приведенные входные данные могут быть дополнены и/или уточнены с учетом особенностей конкретных КТ.

5.3 Сбор статистики за последние пять лет о землетрясениях в НТ Российской Федерации

5.3.1 Для сбора входных данных необходимо предварительно определить состав сейсмически опасных территорий (сейсморайонов), результаты наблюдения за которыми будут использоваться в ПАМ-З - НТ. В состав НТ следует включать сейсморайон, в границах которого расположена КТ, а также сопоставимые с ним другие сейсморайоны. Формирование базового обучающего множества ПАМ-З допускается также на основе наблюдений только за сейсморайоном, в границах которого расположена КТ.

5.3.2 Основными входными данными, для формирования базового обучающего множества ПАМ-З в отношении НТ, являются следующие группы параметров:

- характеристики землетрясений;
- характеристики повреждений зданий и сооружений при землетрясениях;
- характеристики зданий и сооружений;
- характеристики территорий;
- параметры метеорологической обстановки.

5.3.3 Характеристика землетрясений

Входными данными, характеризующими землетрясения, являются:

- а) дата и время возникновения землетрясения;
- б) условный номер (код) регистрации землетрясения;
- в) координаты эпицентра землетрясения;
- г) глубина очага землетрясения, км;
- д) магнитуда землетрясения.

5.3.4 Характеристика повреждений зданий и сооружений при землетрясениях

Входными данными, характеризующими повреждения зданий и сооружений при землетрясениях,

являются:

- а) условный номер (код) здания (сооружения);
- б) удаление здания (сооружения) от эпицентра землетрясения;
- в) степень повреждения здания (сооружения), определяемая по таблице А.1 приложения А.

Значения параметра, приведенного в перечислении б) 5.3.4, следует определять на основе значений параметров, приведенных в перечислении в) 5.3.3 и в перечислении а) 5.3.5.

5.3.5 Характеристика зданий и сооружений

Входными данными, характеризующими здания и сооружения, являются:

- а) координаты расположения здания (сооружения);
- б) условный номер (код) здания (сооружения);
- в) тип здания (сооружения), определяемый по таблице А.2 приложения А;
- г) действующий класс сейсмостойкости здания (сооружения), определяемый по таблице А.3 приложения А;
- д) годы начала и окончания строительства;
- е) год сдачи в эксплуатацию;
- ж) максимальное и минимальное количество этажей;
- и) высота здания (сооружения), м;
- к) категория грунта по сейсмическим свойствам площадки под основанием здания (сооружения), определяемая по таблице А.4 приложения А;
- л) тип фундамента, определяемый по таблице А.5 приложения А;
- м) тип материала фундамента, определяемый по таблице А.6 приложения А;
- н) тип межэтажных перекрытий, определяемый по таблице А.7 приложения А;
- п) тип материала межэтажных перекрытий, определяемый по таблице А.8 приложения А;
- р) тип несущей конструкции, определяемый по таблице А.9 приложения А;
- с) материал стен, определяемый по таблице А.10 приложения А;
- т) тип крыши, определяемый по таблице А.11 приложения А;
- у) материал крыши, определяемый по таблице А.12 приложения А;
- ф) наличие цокольного этажа (подвального помещения);
- х) численность людей, чел.

5.3.6 Характеристика территорий

Входными данными, характеризующими территории, являются:

- а) условный номер (код) НП;
- б) тип ландшафта, определяемый по таблице А.13 приложения А;
- в) тип НП, определяемый по таблице А.14 приложения А;
- г) высота НП над уровнем моря, м;
- д) характеристика застройки НП, определяемый по таблице А.15 приложения А;

- е) плотность застройки НП, определяемая по таблице А.16 приложения А;
- ж) плотность населения, чел./км².

5.3.7 Параметры метеорологической обстановки

5.3.7.1 Входными данными, характеризующими метеорологическую обстановку, являются:

- а) дата и время формирования метеоданных;
- б) наименование (идентификационный номер) метеостанции;
- в) географические координаты расположения метеостанции;
- г) преобладающая температура воздуха ночью, °С;
- д) преобладающая температура воздуха днем, °С;
- е) максимальная температура воздуха ночью, °С;
- ж) максимальная температура воздуха днем, °С;
- и) количество осадков, мм.

5.3.7.2 Входные данные, характеризующие метеорологическую обстановку, следует подготавливать на базе объективных данных о метеорологическом режиме и климате на соответствующих территориях в течение наблюдаемых землетрясений и их последствий, поступающих от метеорологических станций, постов, пунктов наблюдения и/или технических средств для определения и передачи данных о метеорологических параметрах в режиме времени, близком к реальному, и находящихся в радиусе не более 25 км от соответствующего НТ (далее - источники метеоданных).

При наличии на территории более одного источника метеоданных параметры метеорологической обстановки следует подготавливать на базе данных, предоставляемых наименее удаленным источником от рассматриваемой территории.

5.4 Обработка собранных данных для формирования обучающего множества ПАМ-З

5.4.1 На базе сформированных изначально необработанных входных данных подготавливают необходимые наборы данных для обучающего множества ПАМ-З.

Для формирования обучающего множества указанные наборы данных подлежат обработке, после чего на базе уже обработанных данных осуществляется сборка обучающих примеров модели.

Обработка заключается в группировке входных данных с использованием справочников ПАМ-З и методов статистической обработки, а также в подготовке параметров (ответов) гипотез модели.

В результате обработки каждый параметр обучающего примера должен быть приведен к бинарному или дискретному виду. Параметры, изначально имеющие бинарный или дискретный вид, обработке не подлежат.

5.4.2 Отдельные входные данные используются для сборки обучающих примеров, определения расчетных параметров, а также параметров (ответов) гипотез и могут не подлежать обработке, в том числе байесовским классификатором.

5.4.3 Обработка характеристик землетрясений

Значения параметров, приведенных в 5.3.3:

- в перечислениях а), б) - обработке не подлежат, так как значения данных параметров предназначены для сборки входных данных в обучающие примеры модели;
- в перечислении в) - обработке не подлежат, так как значения данного параметра используют для определения удаления здания (сооружения) от эпицентра землетрясения;
- в перечислениях г), д) - подлежат обработке методом их статистической группировки согласно справочникам, приведенным в таблицах А.17 и А.18 приложения А соответственно.

5.4.4 Обработка параметров, характеризующих повреждения зданий и сооружений

Значения параметров, приведенных в 5.3.4:

- в перечислении а) - обработке не подлежат, так как значения данного параметра предназначены для сборки входных данных в обучающие примеры модели;
- в перечислении б) - подлежат обработке путем их группировки, согласно справочнику, сформированному с использованием формулы Стерджесса, приведенной в приложении Б;
- в перечислении в) - обработке не подлежат, так как значения данного параметра предназначены для подготовки параметров (ответов) гипотез, в порядке, приведенном в 6.3.3.

5.4.5 Обработка параметров, характеризующих здания и сооружения

Значения параметров, приведенных в 5.3.5:

- в перечислении а) - обработке не подлежат, так как значения данного параметра используются для определения удаления здания (сооружения) от эпицентра землетрясения;
- в перечислении б) - обработке не подлежат, так как значения данного параметра предназначены для сборки входных данных в обучающие примеры модели;
- в перечислениях в), г), м)-х) - обработке не подлежат, так как значения данных параметров имеют дискретный вид;
- в перечислениях д)-ж) - обработке не подлежат, так как значения данных параметров используют для определения длительности строительства зданий (сооружений), длительности периода приемки их в эксплуатацию, а также срока их эксплуатации;
- в перечислениях и), к) - подлежат обработке методом их статистической группировки согласно справочнику, приведенному в таблице А.19 приложения А;
- в перечислении л) - подлежат обработке методом их статистической группировки согласно справочнику, приведенному в таблице А.20 приложения А;
- в перечислении х) - обработке не подлежат, так как значения данного параметра предназначены для формирования выходных результатов модели.

Значения расчетного параметра "Длительность строительства здания (сооружения)" следует определять на основе значений параметров, приведенных в перечислениях д) и е) 5.3.5.

Значения расчетного параметра "Длительность периода приемки в эксплуатацию здания (сооружения)" следует определять на основе значений параметров, приведенных в перечислениях е) и ж) 5.3.5.

Значения расчетного параметра "Срок эксплуатации здания (сооружения)" следует определять на основе значений параметра, приведенного в перечислении ж) 5.3.5 и даты наблюдения землетрясения.

Значения расчетных параметров "Длительность строительства здания (сооружения)", "Длительность периода приемки в эксплуатацию здания (сооружения)" и "Срок эксплуатации здания и сооружения" следует обрабатывать путем группировки, согласно справочникам, сформированным с использованием формулы Стерджесса, приведенной в приложении Б.

5.4.6 Обработка параметров, характеризующих территории

Значения параметров, приведенных в 5.3.6:

- в перечислении а) - обработке не подлежат, так как значения данного параметра предназначены для сборки входных данных в обучающие примеры модели;
- в перечислениях б), в), д), е) - обработке не подлежат, так как значения данных параметров имеют дискретный вид;
- в перечислениях г), ж) - подлежат обработке путем их группировки, согласно справочникам, сформированным с использованием формулы Стерджесса, приведенной в приложении Б.

5.4.7 Обработка параметров, характеризующих метеорологическую обстановку

Значения параметров, приведенных в 5.3.7.1:

- в перечислениях а)-в) - обработке не подлежат, так как значения данных параметров предназначены для сборки входных данных в обучающие примеры модели;
- в перечислениях г)-ж) - подлежат обработке методом их статистической группировки согласно справочнику, приведенному в таблице А.21 приложения А;
- в перечислении и) - подлежат обработке методом их статистической группировки согласно справочнику, приведенному в таблице А.22 приложения А.

5.5 Сборка обработанных данных ПАМ-3 в обучающий пример

5.5.1 Общие требования к базовому обучающему множеству ПАМ-3

5.5.1.1 В результате сбора и последующей обработки входных данных должно быть подготовлено базовое обучающее множество, представляющее собой наборы данных, предназначенных для обработки с применением байесовского классификатора, упорядоченных по дате (и времени) наблюдений в табличной форме: по вертикали - в графы (поля); по горизонтали - в строки (записи).

Каждая запись является обучающим примером.

Таким образом совокупность обучающих примеров является обучающим множеством.

5.5.1.2 Состав обучающего множества ПАМ-3

Необходимые наборы данных и параметры, входящие в состав каждого обучающего примера, предназначенные для обработки байесовским классификатором, приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Структура обучающих примеров ПАМ-3

№ п/п	Наименование параметра
1 Характеристика землетрясения	
1.1	Глубина очага
1.2	Магнитуда
2 Характеристика повреждений здания (сооружения)	
2.1	Удаление здания (сооружения) от эпицентра землетрясения
3 Характеристика здания (сооружения)	
3.1	Тип здания (сооружения)
3.2	Действующий класс сейсмостойкости здания (сооружения)
3.3	Длительность строительства
3.4	Длительность периода приемки в эксплуатацию
3.5	Срок эксплуатации
3.6	Максимальное количество этажей
3.7	Минимальное количество этажей
3.8	Высота здания (сооружения)
3.9	Тип фундамента
3.10	Тип материала фундамента
3.11	Тип межэтажных перекрытий
3.12	Тип материала межэтажных перекрытий
3.13	Тип несущей конструкции
3.14	Материал стен
3.15	Тип крыши
3.16	Материал крыши
3.17	Наличие цокольного этажа (подвального помещения)
4 Характеристика территории	
4.1	Тип ландшафта
4.2	Тип НП
4.3	Высота НП над уровнем моря

4.4	Характеристика застройки
4.5	Плотность застройки
4.6	Плотность населения
5 Метеорологическая обстановка	
5.1	Преобладающая температура воздуха ночью
5.2	Преобладающая температура воздуха днем
5.3	Максимальная температура воздуха ночью
5.4	Максимальная температура воздуха днем
5.5	Количество осадков
6 Параметры (ответы) гипотез	
6.1	Гипотеза N 1 "В результате землетрясения здание (сооружение) получило нулевую степень повреждения"
6.2	Гипотеза N 2 "В результате землетрясения здание (сооружение) получило 1-ю степень повреждения"
6.3	Гипотеза N 3 "В результате землетрясения здание (сооружение) получило 2-ю степень повреждения"
6.4	Гипотеза N 4 "В результате землетрясения здание (сооружение) получило 3-ю степень повреждения"
6.5	Гипотеза N 5 "В результате землетрясения здание (сооружение) получило 4-ю степень повреждения"
6.6	Гипотеза N 6 "В результате землетрясения здание (сооружение) получило 5-ю степень повреждения"

5.5.1.3 Обработка обучающих примеров с применением байесовского классификатора при обучении ПАМ-3

На этапе предварительного обучения ПАМ-3 должны быть подготовлены наборы данных, необходимые для сборки обучающего множества, в объеме, обеспечивающем функциональные возможности ПАМ-3 (не менее 20 обучающих примеров). В процессе опытной эксплуатации данное обучающее множество подлежат актуализации и наращиванию на базе достоверных данных для обеспечения качества прогнозов.

По мере накопления необходимого объема достоверных входных данных ПАМ-3 подлежит переобучению и/или дообучению.

6 Выбор байесовского классификатора, описание и подготовка гипотез

6.1 При выборе байесовского классификатора необходимо учитывать, что алгоритм классификации должен быть оптимизирован для обработки большого объема входных и выходных данных.

6.2 Вновь разрабатываемые методы байесовского анализа перед применением в ПАМ-3 должны пройти процедуру подтверждения их достоверности.

6.3 Формирование гипотез и соответствующих им параметров (ответов)

6.3.1 Вероятностной оценке - статистической обработке данных с использованием выбранного байесовского классификатора - подлежат гипотезы моделей ПАМ-3.

6.3.2 Гипотезы ПАМ-3, приведенные в таблице 1, должны отражать данные о состоянии оцениваемых событий на момент наблюдения, подлежащих в дальнейшем оценке с применением байесовского классификатора. Состояния оцениваемых событий [параметры (ответы) гипотез] на этапе обучения должны быть бинарными, с заранее заданными ответами.

6.3.3 Подготовка параметров (ответов) гипотез

Параметры (ответы) гипотез на этапе обучения ПАМ-3 должны определяться следующим образом:

"ИСТИНА" - если событие, соответствующее гипотезе, произошло при наблюдаемых входных данных за соответствующий период наблюдения;

"ЛОЖЬ" - в противном случае.

Пример

По состоянию на дату наблюдения, в результате землетрясения наблюдаемое здание получило 3-ю степень повреждения.

В этом случае необходимо подготовить гипотезы со следующими параметрами (ответами):

гипотеза N 1 "В результате землетрясения здание (сооружение) получило нулевую степень повреждения" - ЛОЖЬ;

гипотеза N 2 "В результате землетрясения здание (сооружение) получило 1-ю степень повреждения" - ЛОЖЬ;

гипотеза N 3 "В результате землетрясения здание (сооружение) получило 2-ю степень повреждения" - ЛОЖЬ;

гипотеза N 4 "В результате землетрясения здание (сооружение) получило 3-ю степень повреждения" - ИСТИНА;

гипотеза N 5 "В результате землетрясения здание (сооружение) получило 4-ю степень повреждения" - ЛОЖЬ;

гипотеза N 6 "В результате землетрясения здание (сооружение) получило 5-ю степень повреждения" - ЛОЖЬ.

6.3.4 Полученные обработанные данные, а также гипотезы с подготовленными параметрами (ответами) предназначены для дальнейшей обработки байесовским классификатором.

7 Прогнозирование событий с использованием байесовского классификатора, анализ и интерпретация результатов статистической обработки в ПАМ-З

7.1 После обучения ПАМ-З следует процесс прогнозирования событий, соответствующих гипотезам, - формирование прогнозов наблюдений на новых значениях наблюдаемых параметров.

Порядок сбора новых значений, наблюдаемых входных данных и их обработки при формировании каждого прогноза наблюдения должен в обязательном порядке соответствовать аналогичным процессам при обучении ПАМ-З, за исключением следующих особенностей:

а) параметры (ответы) гипотез (оценка апостериорных вероятностей гипотез) определяются байесовским классификатором;

б) в качестве начала наблюдения следует принимать дату и время регистрации землетрясения на КТ.

При прогнозировании последствий землетрясений на КТ с использованием ПАМ-З каждое здание или сооружение на КТ следует рассматривать в отдельности, в этих целях заранее должны быть подготовлены характеристики всех зданий и сооружений, расположенных на КТ согласно 5.3.5.

Для каждого здания или сооружения на КТ определяют вероятностную оценку (априорную вероятность) согласно гипотезам, приведенным в таблице 1, степени их степень повреждения.*

* Текст документа соответствует оригиналу. - Примечание изготовителя базы данных.

8 Программная реализация и проверка ПАМ-З

8.1 Этапы и содержание работ по программной реализации и проверке, перечень наименований разрабатываемых документов на ПАМ-З и их комплектность, а также требования к содержанию указанных документов должны быть определены в техническом задании на разработку ПАМ-З. При разработке программного обеспечения и РКД ПАМ-З рекомендуется применять национальные стандарты серии ГОСТ "Комплекс стандартов на автоматизированные системы" и "Единая система программной документации" соответственно.

8.2 Проверку работоспособности и соответствия ПАМ-3 функциональным требованиям необходимо осуществлять в ходе проведения опытной эксплуатации. Предусматриваются следующие стадии проверки ПАМ-3:

- опытная эксплуатация на тестовых данных;
- промышленная эксплуатация на данных объективного контроля территорий, поступающих с технических систем мониторинга в режиме времени, близком к реальному.

9 Опытная эксплуатация ПАМ-3

9.1 На этапе опытной эксплуатации ПАМ-3 осуществляют:

а) определение источников получения требуемых входных данных ПАМ-3 в пилотных регионах, в качестве которых могут выступать:

- организации наблюдательных сетей Единой геофизической службы Российской академии наук и Росгидромета, их информационные ресурсы;

- информационные ресурсы региональных и муниципальных органов, уполномоченных в области жилищных отношений;

- региональные и муниципальные системы сейсмометрического контроля зданий и сооружений, наблюдательных сетей состояния окружающей среды, а также наблюдательных сетей других участников деятельности в области метеорологии;

- организации, в сферу деятельности которых входят вопросы обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений;

- государственные жилищные комиссии и их информационные ресурсы;

- АО "Ростехинвентаризация - Федеральное БТИ" и их информационные ресурсы;

- производители информационной продукции о землетрясениях и состоянии окружающей среды;

- зарубежные источники данных о землетрясениях и состоянии окружающей среды, информация от которых поступает в рамках международного сотрудничества;

- непосредственно стационарные и подвижные пункты наблюдений за состоянием окружающей среды;

- автоматические метеорологические и сейсмические станции;

б) сбор и обработку входных данных ПАМ-3

Сбор входных данных ПАМ-3 осуществляют через ранее установленные источники в пилотных регионах.

При наличии частично недостающих и/или некачественных (неточных, противоречивых и т.п.) данных они подлежат замене на синтетические данные, рассчитываемые с использованием методов статистической обработки данных или других методов.

в) формирование обучающего множества моделей на базе наблюдаемых параметров пилотных регионов, переобучение ПАМ-3

По мере накопления достоверных сведений в необходимом объеме и формирования на их базе обучающих примеров, эти примеры, содержащие синтетические данные, исключают у обучающего множества, и ПАМ-3 подлежит переобучению;

г) оценку качества прогнозов, при необходимости наращивание обучающего множества и дообучение ПАМ-3

Для оценки качества прогнозов 80% собранных и обработанных достоверных данных пилотного региона (выбранных случайным образом) отводятся для формирования обучающего множества, 20% - для подготовки тестового набора данных прогнозов наблюдений.

В случае, если качество прогнозов, подготовленных с использованием байесовского классификатора на

тестовом наборе данных, составляет не менее 60%, процесс опытной эксплуатации ПАМ-З на тестовых данных считается завершенным. В противном случае продолжается процесс наращивания обучающего множества на достоверных данных пилотного региона, дообучение ПАМ-З и оценка качества прогнозов. Указанный процесс повторяют до достижения требуемого качества прогнозов;

д) проверку соответствия ПАМ-З предъявляемым в техническом задании требованиям, доработку по результатам проведения опытной эксплуатации программного обеспечения и рабочей конструкторской документации (РКД) ПАМ-З.

10 Промышленная эксплуатация ПАМ-З

10.1 На этапе промышленной эксплуатации осуществляется сопряжение (организуется автоматизированный информационный обмен) ПАМ-З с источниками получения требуемых входных данных, определенных на этапе опытной эксплуатации, через АПК "Безопасный город".

В процессе применения ПАМ-З по назначению осуществляется непрерывный сбор и статистическая обработка новых наблюдаемых параметров после каждого землетрясения.

10.2 ПАМ-З должна автоматически архивировать данные наблюдений.

10.3 В процессе промышленной эксплуатации ПАМ-З подлежит постоянному дообучению с интервалом времени не позднее месяца после каждого землетрясения.

10.4 В ПАМ-З должны быть предусмотрены автоматические диагностические сообщения (сигналы) при выявлении степеней повреждения зданий от 3 и более в результате землетрясений на КТ.

10.5 Непосредственные действия пользователей по применению ПАМ-З, в том числе при выявлении степеней повреждения зданий от 3 и более в результате землетрясений на КТ, должны определяться отдельными регламентами и/или должностными инструкциями.

Приложение А (справочное)

Справочники отдельных наблюдаемых параметров

Таблица А.1 - Степень повреждений зданий и сооружений

Описание реакции отдельного здания и сооружения	Степень повреждения
Отсутствие видимых повреждений. Сотрясение здания; сыплется пыль из щелей, осыпаются чешуйки побелки	0
Слабые повреждения. Слабые повреждения отделки и несущих элементов здания или сооружения: тонкие трещины в штукатурке; откалывание небольших кусков штукатурки; тонкие трещины в сопряжениях перекрытий со стенами и стенового заполнения с элементами каркаса, между панелями, в разделке печей и дверных коробок; тонкие трещины в перегородках, карнизах, фронтонах, трубах. Видимые повреждения конструктивных элементов отсутствуют. Работоспособное техническое состояние	1
Слабые повреждения. Слабые повреждения отделки и несущих элементов здания или сооружения: трещины в штукатурке; откалывание небольших кусков штукатурки; трещины в сопряжениях перекрытий со стенами и стенового заполнения с элементами каркаса, между панелями, в разделке печей и дверных коробок; трещины в перегородках, карнизах, фронтонах, трубах. Видимые повреждения конструктивных элементов отсутствуют. Ограниченно работоспособное техническое состояние	2

Серьезные повреждения. Повреждения отделки и несущих элементов здания или сооружения: трещины в штукатурке; откалывание небольших кусков штукатурки; трещины в сопряжениях перекрытий со стенами и стенового заполнения с элементами каркаса, между панелями, в разделке печей и дверных коробок; трещины в перегородках, карнизах, фронтонах, трубах. Видимые повреждения конструктивных элементов. Аварийное состояние	3
Значительные повреждения. Значительные повреждения несущих элементов здания или сооружения, глубокие трещины в карнизах и фронтонах, падение дымовых труб. Значительные деформации и большие отколы бетона или раствора в узлах каркаса и в стыках панелей. Здание под снос	4
Разрушение. Обрушение несущих стен и перекрытия, полное обрушение здания или сооружения с потерей его формы	5

Таблица А.2 - Типы зданий и сооружений

Тип здания (сооружения)
Одно-, двухэтажное здание или административное здание
Многоэтажное жилое здание
Административное многоэтажное здание
Промышленное здание
Объект (сооружение) инфраструктуры
Прочие

Таблица А.3 - Классы сейсмостойкости зданий и сооружений

Характеристика зданий и сооружений	Условное обозначение классов сейсмостойкости
Здания и сооружения аварийной категории технического состояния. Не рассчитанные на сейсмические воздействия здания и сооружения категории ограниченно работоспособного технического состояния	С5

<p>Здания категории не ниже работоспособного технического состояния со стенами из местных строительных материалов: глинобитные без каркаса; саманные или из сырцового кирпича без фундамента; выполненные из окатанного или рваного камня на глиняном растворе и без регулярной (из кирпича или камня правильной формы) кладки в углах и т.п.</p> <p>Здания и сооружения категории ограниченно работоспособного технического состояния: саманные армированные с фундаментом, деревянные, рубленые "в лапу" или "в обло", из глиняного кирпича, тесаного камня или бетонных блоков на известковом, цементном или сложном растворе.</p> <p>Здания и сооружения, не рассчитанные на сейсмические воздействия, категории не ниже работоспособного технического состояния.</p> <p>Здания и сооружения категории ограниченно работоспособного технического состояния всех видов (кирпичные, блочные, каркасные, панельные, бетонные, деревянные, щитовые и др.) с антисейсмическими мероприятиями для расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов</p>	<p>C6</p>
<p>Здания и сооружения категории не ниже работоспособного технического состояния: саманные армированные с фундаментом, деревянные, рубленые "в лапу" или "в обло", из жженного кирпича, тесаного камня или бетонных блоков на известковом, цементном или сложном растворе.</p> <p>Здания и сооружения категории не ниже работоспособного технического состояния всех видов (кирпичные, блочные, каркасные, панельные, бетонные, деревянные, щитовые и др.) с антисейсмическими мероприятиями для расчетной сейсмичности 7 баллов.</p> <p>Здания и сооружения категории ограниченно работоспособного технического состояния всех видов (кирпичные, блочные, каркасные, панельные, бетонные, деревянные, щитовые и др.) с антисейсмическими мероприятиями для расчетной сейсмичности 8 и 9 баллов</p>	<p>C7</p>
<p>Здания и сооружения категории не ниже работоспособного технического состояния всех видов с проведением антисейсмических мероприятий, рассчитанных на воздействие 8 баллов.</p> <p>Здания и сооружения категории ограниченно работоспособного технического состояния всех видов (кирпичные, блочные, каркасные, панельные, бетонные, деревянные, щитовые и др.) с антисейсмическими мероприятиями для расчетной сейсмичности 9 и 10 баллов</p>	<p>C8</p>

Здания и сооружения категории не ниже работоспособного технического состояния с проведением антисейсмических мероприятий, рассчитанных на воздействие 9 баллов.	C9
Здания и сооружения категории ограниченно работоспособного технического состояния всех видов с антисейсмическими мероприятиями для расчетной сейсмичности 10 баллов	
Здания и сооружения категории не ниже работоспособного технического состояния с проведением антисейсмических мероприятий, рассчитанных на воздействие 10 баллов	C10

Таблица А.4 - Категории грунтов по сейсмическим свойствам

Грунты	Категория грунта по сейсмическим свойствам
Скальные грунты (в том числе многолетнемерзлые и многолетнемерзлые оттаявшие) неветренелые и слабоветренелые; крупнообломочные грунты плотные, маловлажные из магматических пород, содержащие до 30% песчано-глинистого заполнителя; выветренелые и сильновыветренелые скальные и дисперсные твердомерзлые (многолетнемерзлые) грунты при температуре минус 2°С и ниже при строительстве и эксплуатации по принципу I (сохранение грунтов основания в мерзлом состоянии)	I
Скальные грунты выветренелые и сильновыветренелые, в том числе многолетнемерзлые, кроме отнесенных к категории I; крупнообломочные грунты, за исключением отнесенных к категории I, пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности маловлажные и влажные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности маловлажные; глинистые грунты с показателем консистенции от 0,5 и менее при коэффициенте пористости менее 0,9 для глин и суглинков и менее 0,7 - для супесей; многолетнемерзлые нескальные грунты пластичномерзлые или сыпучемерзлые, а также твердомерзлые при температуре выше минус 2°С при строительстве и эксплуатации по принципу I	II
Пески рыхлые независимо от степени влажности и крупности; пески гравелистые, крупные и средней крупности, плотные и средней плотности водонасыщенные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности влажные и водонасыщенные; глинистые грунты с показателем консистенции более 0,5; глинистые грунты с показателем консистенции от 0,5 и менее при коэффициенте пористости от 0,9 и более - для глин и суглинков и от 0,7 и более - для супесей; многолетнемерзлые дисперсные грунты при строительстве и эксплуатации по принципу II (допускается оттаивание грунтов основания)	III
Наиболее динамически неустойчивые разновидности песчано-глинистых грунтов, указанные в категории III, склонные к разжижению при сейсмических воздействиях	IV

Таблица А.5 - Типы фундаментов зданий и сооружений

Тип фундамента
Ленточный
Столбчатый
Плитный
Свайный

Таблица А.6 - Типы материала фундамента зданий и сооружений

Тип материала фундамента
Железобетонный
Бетонный
Бутовый
Бутобетонный
Кирпичный
Деревянный
Железный
Композитный
Прочие

Таблица А.7 - Типы межэтажных перекрытий зданий и сооружений

Тип межэтажных перекрытий
Балочные
Безбалочные
Монолитные железобетонные
Сборно-монолитные
Прочие

Таблица А.8 - Типы материала межэтажных перекрытий зданий и сооружений

Тип материала межэтажных перекрытий
Железобетонные
Бетонные
Деревянные
Железные
Композитные
Прочие

Таблица А.9 - Типы несущих конструкций зданий и сооружений

Тип несущей конструкции
Стойечно-балочная
Арочно-сводчатая
Стеновая
Оболочки одинарной и двойкой кривизны
Висячая
Перекрестно-стержневая (структура)
Пневматическая
Арочная

Прочие

Таблица А.10 - Материал стен зданий и сооружений

Материал стен
Железобетонные
Бетонные
Бутовые
Бутобетонные
Кирпичные
Деревянные
Металлические
Композитные
Прочие

Таблица А.11 - Типы крыш зданий и сооружений

Тип крыши
Однокатная
Двускатная
Двускатная крыша производственного здания с продольным фонарем
Сводчатая
Складчатая
Куполообразная
Многощипцовая
Крестовый свод
Сферическая оболочка
Шпалеобразная
Из косых поверхностей
Плоская
Прочие

Таблица А.12 - Материалы крыш зданий и сооружений

Материал крыши
Железобетонная
Бетонная
Деревянная
Из металла (профнастил)
Из композитных (полимерных) материалов
Из черепицы
Прочие

Таблица А.13 - Типы ландшафта местности

Тип ландшафта
Равнинный
Горная местность

Таблица А.14 - Классификация населенных пунктов по численности населения и по площадной характеристике

Наименование населенного пункта	Численность населения, млн чел.	Площадные характеристики населенного пункта, км ²
Сверхкрупные города	Более 3	Более 500
Крупнейшие города	От 1 до 3 включ.	От 300 до 500 включ.
Крупные города	От 0,25 до 1 включ.	От 200 до 300 включ.
Большие города	От 0,1 до 0,25 включ.	От 100 до 200 включ.
Средние города	От 0,05 до 0,1 включ.	От 50 до 100 включ.
Малые города и поселки	От 0,005 до 0,05 включ.	От 25 до 50 включ.
Крупные сельские поселения	От 0,0025 до 0,005 включ.	От 15 до 25 включ.
Большие сельские поселения	От 0,001 до 0,0025 включ.	От 10 до 15 включ.
Средние сельские поселения	От 0,0002 до 0,001 включ.	От 5 до 10 включ.
Малые сельские поселения	До 0,0002 включ.	До 5 включ.

Таблица А.15 - Характеристика застройки НП

Характеристика застройки
Городской тип с преобладанием промышленной зоны
Городской тип без крупных промышленных объектов
Сельский тип

Таблица А.16 - Плотность застройки территории

Характеристика застройки
Высокая (от 60% территории включительно и выше)
Средняя (от 40% территории включительно и менее 60%)
Низкая (от 20% территории включительно и менее 40%)
Незначительная (менее 20% территории)

Таблица А.17 - Справочник градаций параметра "Глубина очага"

Диапазон значений, км
Менее 5
5-15
15-25
25-40
40-60
60-100
100-200
200-300
От 300 и более

Таблица А.18 - Справочник градаций параметра "Магнитуда"

Диапазон значений
Менее 2,1
2,1-3,1

3,1-4,1
4,1-5,1
5,1-6,1
6,1-7,1
7,1-8,1
8,1-9,1
От 9,1 и более

Таблица А.19 - Справочник градаций параметра "Максимальное (минимальное) количество этажей"

Диапазон значений
Менее 4
4-6
6-11
11-20
0-10
10-20
20-25
25-31
От 31 и более

Таблица А.20 - Справочник градаций параметра "Высота здания (сооружения)"

Диапазон значений, м
Менее 12
13-16
16-31
31-51
51-76
76-101
От 101 и более

Таблица А.21 - Справочник градаций параметров "Преобладающая температура воздуха ночью (днем)", "Максимальная температура воздуха ночью (днем)"

Диапазон значений, °С
Менее 0
0 - плюс 7
Плюс 7 - плюс 12
Плюс 12 - плюс 20
Плюс 20 - плюс 25
Плюс 25 - плюс 30
Плюс 30 - плюс 35
От плюс 35 и более

Таблица А.22 - Справочник градаций параметра "Количество осадков"

Диапазон значений, мм
Менее 0,5
0,5-1,5
1,5-2,5

2,5-3
3-5,5
5,5-8
От 8 и более

Приложение Б
(рекомендуемое)

Порядок группировки значений входных данных с использованием формулы Стерджесса

Определение количества градаций значений случайной величины с использованием формулы Стерджесса осуществляется по следующей зависимости:

$$n = 1 + 3,322 \cdot \lg N, \quad (\text{Б.1})$$

где n - количество групп;

N - число единиц совокупности.

Ширину значения варьирующего признака (интервал) случайной величины h определяют по формуле

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{n}, \quad (\text{Б.2})$$

где x_{\max} - максимальное значение признака в совокупности;

x_{\min} - минимальное значение признака в совокупности.

Если x_{\max} или x_{\min} сильно отличаются от смежных с ними значений вариантов в упорядоченном ряду значений группировочного признака, то для определения величины интервала следует использовать значения, несколько превышающие минимум, и несколько меньше, чем максимум.

Если размах вариации признака в совокупности велик и значения признака варьируют неравномерно, то применяют группировку с неравными интервалами, получаемыми путем объединения интервалов, содержащих небольшое количество показателей или не содержащие вообще ни одного показателя. Также объединение интервалов осуществляют в тех случаях, когда на основе исторических данных для показателей, соответствующих данным интервалам, не зафиксировано ни одного землетрясения.

Таким образом, учитывая, что процесс наращивания обучающего множества предполагается осуществлять до достижения требуемого качества прогнозов, при компьютерной реализации ПАМ-З должны быть обеспечены следующие возможности:

- получение первичных градаций значений наблюдаемого параметра с использованием формул (Б.1) и (Б.2) и формирование на их базе соответствующего справочника;
- изменение полученного справочника градаций значений наблюдаемого параметра пользователем ПАМ-З.

УДК 614.894:006.354

ОКС 13.200

Ключевые слова: безопасный город, прогнозная и аналитическая модель, метод Байеса, вероятностная оценка угроз, прогнозирование последствий землетрясений, степень разрушения зданий (сооружений)

Электронный текст документа
подготовлен АО "Кодекс" и сверен по:
официальное издание
М.: ФГБУ "РСТ", 2022