

Д. В. БОСОМЫКИН, В. К. САРЬЯН
НИИ Радио, Москва
А. А. ЗАХАРОВА, Р. В. МЕЦЕРЯКОВ
ИПУ РАН, Москва

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА В УСЛОВИЯХ УГРОЗ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

В работе рассмотрены вопросы управления спасением людей в условиях чрезвычайных ситуаций и землетрясений. Предложено техническое решение в виде системы для массовой услуги по индивидуализированному управлению спасением абонента. Описаны составляющие пространственную компоненту системы, модель данных геоинформационной системы указанной системы. А также продемонстрирована схема управления системой.

Введение. Землетрясения по своим разрушительным последствиям, числу жертв и деструктивному воздействию на среду обитания человека занимают одно из первых мест среди других природных катастроф. Основными показателями для оценки опасности землетрясений и прогноза возникающих угроз (природных и техногенных) являются глубина, магнитуда, интенсивность. Причем факторы важно учитывать в комплексе, поскольку развитие последствий землетрясений может носить отложенный характер [1]. Поэтому актуально создание информационно-управляющей системы, которая позволяет осуществлять мониторинг, заблаговременно детектировать угрозы и информировать.

Постановка задачи. В настоящее время имеются технологические решения, например [2], которые решают части комплексной задачи мониторинга ситуации, что создает условия для создания новой комплексной информационной интеллектуальной системы, нацеленной на информирование и сопровождение людей в условиях ЧС, включая землетрясения и связанные с ним последствия. При этом необходимо сделать такую систему универсальной и масштабируемой, чтобы реализовывать и эксплуатировать ее на уровне человека, группы людей, сообщества. Таким решением является система для массовой услуги по индивидуализированному управлению спасением абонента (ИУСА) при возникновении чрезвычайных ситуаций услуги.

Предлагаемое решение. Техническое решение ИУСА опирается на комплексное проектирование платформы, в рамках которой имеется геоинформационная основа (многослойные карты различного тематического содержания) и средства управления связью, инструменты интеллектуального анализа данных [3–5].

Рассмотрим основные положения и объекты проектирования, которые закладываются в основу системы ИУСА.

Типы карт, описывающих пространственную компоненту R :

1. Описание геологического строения и сейсмические детали $\{Rg\}$ (топологическая основа, тип геологии, разломы, зоны пиковых ускорений грунта, карты опасностей, макросейсмические карты, показывающие последствия прошлых землетрясений, земельной морфологии и т. д.);
2. Аварийные карты: описание пораженных участков, элементов $\{Rd\}$ (технических объектов, зданий, природных объектов), подверженных риску, и т. д.;
3. Карты по землеустройству, где отмечены безопасные зоны или пути эвакуации;
4. Карты потенциальных рисков (близость природных сложных участков, технических объектов с возможностью загрязнений, пожаров и т. п.) $\{Rs\}$;
5. Карты ресурсов $\{Rsu\}$ – мобильная техника, запасы воды, зоны покрытия разными видами связи и т. п.
6. Карта концентрации и размещения объектов спасения $\{Res\}$.

Таким образом модель данных ГИС ИУСА R составляет набор масштабных карт:

$$R = \{Rg, Rd, Rs, Rsu, Res\}.$$

Отдельно следует отметить, что расчеты и модели данных (пространственные и атрибутивные) могут иметь как статический, так и динамический характер. Под статическими (St) расче-

тами или данными понимаем описание объекта, явления или обстановки, когда параметры, влияющие на оцениваемые характеристики, имеют зафиксированное значение в анализируемый период или по состоянию на начало инцидента.

Динамические (*Din*) – не могут быть описаны однозначно заданными параметрами, а рассматриваются, как изменяющиеся функции, заданные аналитически, статистическими рядами или многомерными векторами.

Последствия землетрясений предлагается классифицировать: природные (*Nat*), техногенные (*Tech*), комплексные (*Cpl*).

Предлагается различать и учитывать угрозы:

- прямые (*Dir*) – это угрозы, которые наступают непосредственно во время инцидента, в т. ч. распространяясь территориально в силу действия природных факторов;
- отложенные (*Prl*) – угрозы, которые могут быть скрыты, а последствия наступают после инцидента, в следствие полученных в процессе землетрясения разрушений.

Матрица сопряжений угроз. Таким образом можно описать данные о силе (1–12 баллов), последствиях (сотрясение грунта, смещение грунта, наводнения, пожары, оползни, трещины и разжижение почвы) и возникающих угрозах (в соответствии с описанием шкалы MSK-64) в виде трехмерной матрицы сопряжения ($M_u[12 \times 6 \times m]$), где $m = \sum_{i=1}^{m_{Dir}} DIR_i + \sum_{i=1}^{m_{Prl}} PRL_i$.

После того, как происходит прогноз наступления инцидента, важно оперативно и с учетом пессимистичного сценария рассчитать возможные варианты и сроки наступления последствий *Din* и риски R_S :

$$Din = \{f(St), M_u, R\};$$

$$R_S = \{M_u, Nat, Tech, Cpl, f(P)\},$$

где P – вероятность наступления последствий.

Зоны повышенных угроз с указанием классов угроз.

Предлагается строить комплексные карты на основе карт, описывающих пространственную компоненту, т.е. рассчитывается синтетическая карта – поле в виде грида (регулярной сетки), где территории (пикселу карты) соответствует значение показателя потенциальной комплексной угрозы.

В результате получаем модель среды

$$M_{env} = \{R, St, Din, R_S\}.$$

Классификация спасаемого контингента (определение мобилизационного потенциала контингента) *Kont*: мобильность личная; доступ к транспортным средствам; необходимость специального ухода/сопровождения/доп. средства; доступные средства связи и управления.

Требуемые ресурсы *Srs*: автомобили; специальные автомобили; специальные средства связи (например, для глухих, слепых); сопровождающие; медикаменты; аппаратура (ИБЛ, капельницы, кардиостимуляторы и т. п.).

Таким образом, модель инфраструктуры можно представить:

$$M_{in} = \{R, Srs(Kont)\}.$$

Время принятия решения и реализации мер по спасению.

Интерактивное управление, опираясь на текущую обстановку, прогноз и мобилизационный потенциал контингента важно осуществлять на основе оперативных и актуальных данных о наступающих, наступивших и пролонгированных угрозах.

Сбор данных осуществляется в рамках системы сбора данных (датчики, сенсоры, установки и т. п.). Если принять за t_0 момент обнаружения, то важно учитывать моменты времени t_1 – время формирования управляющего воздействия на основе рассчитанных сценариев спасения и t_2 – время формирования и передачи управляющего воздействия на всех абонентов (индивид, группа, общество) через основные и резервные каналы связи.

Управление системой ИУСА делится на централизованное и индивидуализированное. Централизованное управление осуществляется на базе серверной части системы и опирается на работу подсистем моделирования окружающей среды с выделением опасных зон с течением времени t , экспертную оценку наличия и состояния ресурсов для спасения людей. В зависимости от того, сколько времени до начала инцидента, генерируются сценарии для

разных категорий абонентов, в т.ч. с учетом их классификации $Kont$ и требуемых для их спасения ресурсов Srs .

При этом абонентов можно разделить на категории: спасаемый контингент ($Kont$) с учетом мобилизационного потенциала; организующий спасение абонент $Kont_resc$ (службы спасения, медицинский персонал и т. п.).

Таким образом можно сказать, что важно время между обнаружением угрозы и наступлением инцидента Δt . Чем больше Δt , тем большее количество ресурсов Srs для спасения может быть задействовано/передислоцировано и большее количество сценариев спасения может быть инициировано и реализовано с большим территориальным охватом, что важно при выборе безопасных территорий-локаций для спасения.

По итогам моделирования формируются рекомендации $\{Rec(Kont, Kont_resc)\}$: по мерам индивидуальной защиты, пути транспортировки, безопасные локации и т. п.

Таким образом в системе ИУСА осуществляется расчет статических и динамических характеристик, описывающих обстановку на момент времени (t_0) и прогноз на момент времени ($t=t_0+\Delta t_1+\Delta t_2$):

$$R = \{Rg, Rd, Rs, Rsu, Res\}$$

$$M_{env} = \{R, St, Din, R_s\}$$

$$M_{in} = \{R, Srs(Kont)\}$$

$$Din = \{f(St), M_u, R\}$$

$$R_s = \{M_u, Nat, Tech, Cpl, f(P)\}$$

Ниже на рисунке представлена схема управления системы ИУСА.

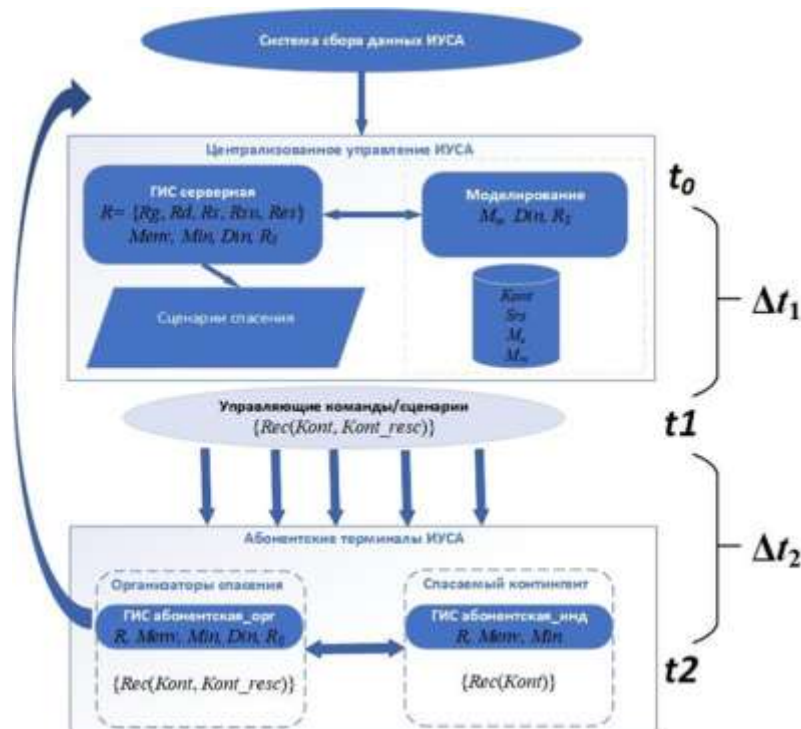


Рисунок. Схема управления системой ИУСА

Заключение. В данной работе представлено описание системы ИУСА, которую предлагается реализовывать для сейсмически опасных районов. Важно учитывать не только природные, но и техногенные последствия катастроф и стихийных бедствий.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Kozhurin A.I.**, data 2021 – Unpublished information provided by A.I. Kozhurin in 2021. URL: http://neotec.ginras.ru/index/english/references_eng.html/
2. Система предупреждения о землетрясении lifePatron. URL: <https://megasensor.com/products/sistema-preduprezhdeniya-o-zemletryaseni-lifepatron/>
3. **Meshcheryakov R.V., Saryan V.K.** Chimera-States in A Hyperconnected World. *2020 International Conference Engineering and Telecommunication (En&T)* 10.1109/EnT50437.2020.9431280.
4. **Meshcheryakov R.V., Saryan V.K.** An individualized service for control the rescue of subscribers of an information and control system in the event of emergencies as an example of managing a system of interdisciplinary nature. *Materials of the 13th multiconference on control problems*, ICS RAS, 2020.
5. **Сарьян В.К., Мещеряков Р.В., Босомыкин Д.В., Захарова А.А., Козлова Н.В.** Архитектура системы индивидуализированного управления спасением абонента. *«Электросвязь»*, №1, 2022.

D.V.Bosomikin, V.K.Sarian, (NII Radio, Moscow), A.A.Zakharova, R.V.Mesheryakov (ICS RAS, Moscow)

Information management system in the conditions of threats of emergencies and earthquakes

The paper considers the issues of managing the rescue of people in emergency situations and earthquakes. A technical solution is proposed in the form of a system for a mass service for individualized management of subscriber rescue. The components of the spatial component of the system, the data model of the geoinformation system of the specified system are described. The system control scheme is also demonstrated.