

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТЕРРИТОРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОНТОЛОГИЙ

© 2021 А. В. Калач^{1,2,✉}, В. В. Ничепорчук³, Е. В. Калач¹, И. А. Кубасов⁴

¹Воронежский государственный технический университет
ул. 20-летия Октября, 84, 394006 Воронеж, Российская Федерация

²Воронежский институт ФСИН России

ул. Иркутская, 1а, 394072 Воронеж, Российская Федерация

³Институт вычислительного моделирования СО РАН

ул. Академгородок, 50, стр.44, 660036 Красноярск, Российская Федерация

⁴Академия управления МВД России

ул. Зои и Александра Космодемьянских, д. 8, 125171 Москва, Российская Федерация

Аннотация. Климатические бедствия могут провоцировать и усиливать друг друга, происходить одновременно, в том числе синхронно и на больших расстояниях. В статье представлены результаты применения метода концептуального описания систем поддержки принятия решений для разных видов опасных событий природного и техногенного характера. Новизна разработанного авторами статьи подхода заключается в использовании метода онтологического проектирования, обосновывающего применение технологий аналитического и ситуационного моделирования. Показано, что использование онтологий существенно облегчает коммуникацию специалистов разных сфер, упрощает поиск решений междисциплинарных задач информационной поддержки принятия решений. Даны описания особенностей построения мультизадачных платформ, интегрирующих проблемно-ориентированные сервисы и представлены примеры их использования при управлении природно-техногенной безопасностью территорий. Особое внимание уделено описанию аналитического сервиса распределённого сбора данных при мониторинге оперативной обстановки на основе донесений Системы 112 и других оперативных служб, сбору заявок на обустройство пожарных водоёмов, создание и оснащение добровольных пожарных команд, ресурсов для предупреждения ликвидации ЧС природного и техногенного характера. Полученные результаты позволяют сделать вывод о перспективности использования предлагаемого метода в корпоративном управлении безопасностью территорий.

Ключевые слова: онтология, проектирование, аналитическое моделирование, ситуационное моделирование, поддержка принятия решений, безопасность, защита территорий.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальной задачей обеспечения устойчивого развития территориальных социально-экономических систем в долгосрочном и краткосрочном планах является управление природно-техногенным риском [1]. При этом

под управлением таким риском понимают заблаговременное предвидение, выявление влияющих факторов, принятие мер по его снижению. В этом плане, наибольший практический и научный интерес представляет процесс моделирования поддержки управления природно-техногенной безопасностью территорий. Данный факт обусловлен тем, что климатические бедствия могут провоцировать и усиливать друг друга, происходить

✉ Калач Андрей Владимирович
e-mail: a_kalach@mail.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

одновременно, в том числе синхронно и на больших расстояниях.

Примером синхронизации чрезвычайных ситуаций (ЧС) явились катастрофические на территории Европы, России и США в конце июня — начале июля 2021 года. Обильные осадки за короткий период времени вызвали значительный ущерб и привели к человеческим жертвам в районах, обычно не подверженных затоплениям.

В 2019 году издан указ Президента РФ от 16 октября 2019 г. № 501 «О Стратегии в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на период до 2030 года», определивший основные критерии обеспечения жизнедеятельности населения и территорий на длительный период [2]. Среди намеченных Стратегией мероприятий важное место занимает совершенствование управления силами и средствами с использованием новых технологий.

Создана нормативно-правовая база цифровой трансформации федеральных и региональных ведомств, активно разрабатываются методы глубокого анализа обработки больших данных [3, 4].

Однако, несмотря на достигнутый прогресс, по-прежнему затруднён переход от пилотных разработок к повсеместному внедрению технологий интеллектуальной обработки данных и ситуационного моделирования на всех уровнях управления. Создание распределённых информационных ресурсов, в том числе пространственной информации, баз знаний, осложняют межведомственные барьеры, дефицит компетенций в ИТ-сфере специалистов центров управления в кризисных ситуациях, единых дежурно диспетчерских службах и других органов повседневного управления.

МЧС России взят курс на создание мультизадачной многоуровневой программной платформы, интегрирующей и развивающей функционал и информационные ресурсы эксплуатирующихся в настоящее время программных систем [5].

Такое внедрение требует переформатирования бизнес-процессов всех элементов РСЧС. Переход к управлению на основе данных, активно реализуется в развитых странах, как на уровне корпораций, так и в государственном управлении. Его применение в территориальном управлении позволит снизить неопределённости при обеспечении природно-техногенной безопасности, обосновать объёмы и содержание предупредительных мероприятий, повысить эффективность взаимодействия ведомств при ликвидации масштабных ЧС [6].

В статье представлен графический метод концептуального описания мероприятий цифровизации управления для некоторых видов ЧС природного и техногенного характера. Использование онтологий облегчает коммуникацию специалистов разных сфер, упрощает поиск решений междисциплинарных задач информационной поддержки принятия решений.

1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наиболее важным этапом цифровизации управления является системное проектирование [7, 8]. Создание систем, веб-порталов и сервисов реализуется на основе технического задания, содержание которого определено ГОСТ от 1978 года [9]. Документ, как правило, формируется ИТ-специалистами по результатам консультаций с будущими пользователями и в условиях цейтнота. При этом графический язык (диаграммы, схемы) на этапе постановки задач используются довольно редко. Между тем, нотации IDEFx и ARES позволяют диаализировать бизнес-процесс до уровня, снимающего все вопросы взаимодействия «человек-машина». Обширный инструментарий Unified modeling language (UML) предназначен для согласования сторонами всех аспектов будущего продукта. Помимо перечисленных стандартов, целесообразно использование произвольных схем [10].

1.1. Методы проектирования информационных систем

Особую нишу занимают онтологические описания [11, 12]. Традиционно считается, что онтологии используются для формализации знаний, при создании интеллектуальных систем [13]. В июне 2021 года МЧС России ввело в действие Стандарты межведомственного обмена. Они предписывают использование технологий связанных данных (Linked Data) — онтологий для описания предметной области для повышения качества и унификации данных [14]. Введение общего описания предметной области, в числе которых списки объектов, их свойств, связей, типов данных, правил проверки корректности объектов и др. реализуется на базе языка описания онтологий OWL. Это позволит стандартизировать структуру объектов и связей при обмене данными; повысить их унификацию и, как следствие, упростить дальнейшую разработку и поддержку систем и сервисов; использовать единое описание предметной области для хранения связанных данных и реляционных данных, а также возможности семантического поиска.

На основе многолетнего опыта авторов в сфере создания информационных систем, разработана модель информационной поддержки управления, обосновывающая применение информационных технологий и ресурсов в процессах формирования управленческих решений [15]. Модель представляет процессы управления в различных режимах функционирования посредством связывания функциональных задач с технологиями их реализации. Это позволяет обосновать унифицированные требования к архитектуре и составу данных систем поддержки принятия решений различного назначения. Использование разных сочетаний множеств задач, технологий, видов информационных ресурсов позволяет сформировать два основных способа проектирования систем и сервисов. «Технологический» способ заключается в использовании какой-либо информационной технологии (например ГИС, веб и др.) или совместной работы нескольких технологий для решения всех доступных задач управле-

ния. Такой принцип положен в основу систем ЭСПЛА-ПРО, ЭСПЛА-М и OLAP-GIS, разработанных в Институте вычислительного моделирования СО РАН.

Для комплексной цифровизации задач управления эффективен *проблемно ориентированный* или *модульный* способ проектирования. Этот способ позволяет соблюсти баланс между сложностью решаемых задач и простотой их понимания за счёт использования разных способов отображения и описания процессов функционирования, структур информационных ресурсов, ограниченных одним видом ЧС. Использование сразу двух способов в виде матрицы «задача для вида ЧС/технология» позволяет определить границы применения информационных технологий и ресурсов, использования аналитического и ситуационного моделирования для комплексного решения задач территориального управления безопасностью [16].

На рис. 1 показана онтология, формализующая основные задачи управления. Порядок решения задач детализирован в виде блоков системной архитектуры: информационных ресурсов (исходных данных), процессов решения и представлений результатов. Группировка сущностей выделена цветом, формой рамок и размером шрифтов.

Обозначение АКО (As King Of — состоит из) означает состав элементов сущности. Жёлтым цветом показаны конечные результаты проектирования. Слева представлено разнообразие информационных ресурсов, справа — виды динамических представлений результатов работы информационных технологий (розовый цвет).

С использованием аналитического моделирования решаются задачи идентификации опасностей и угроз в потоках данных мониторинга, ранжирования территорий и объектов по степени риска, оценка готовности формирований, а также контроль достоверности данных

Процесс ситуационного моделирования циклический: сценарии ситуаций отлаживаются в ходе учений, тренировок и верифицируются протоколированием произошедших опасных ситуаций.

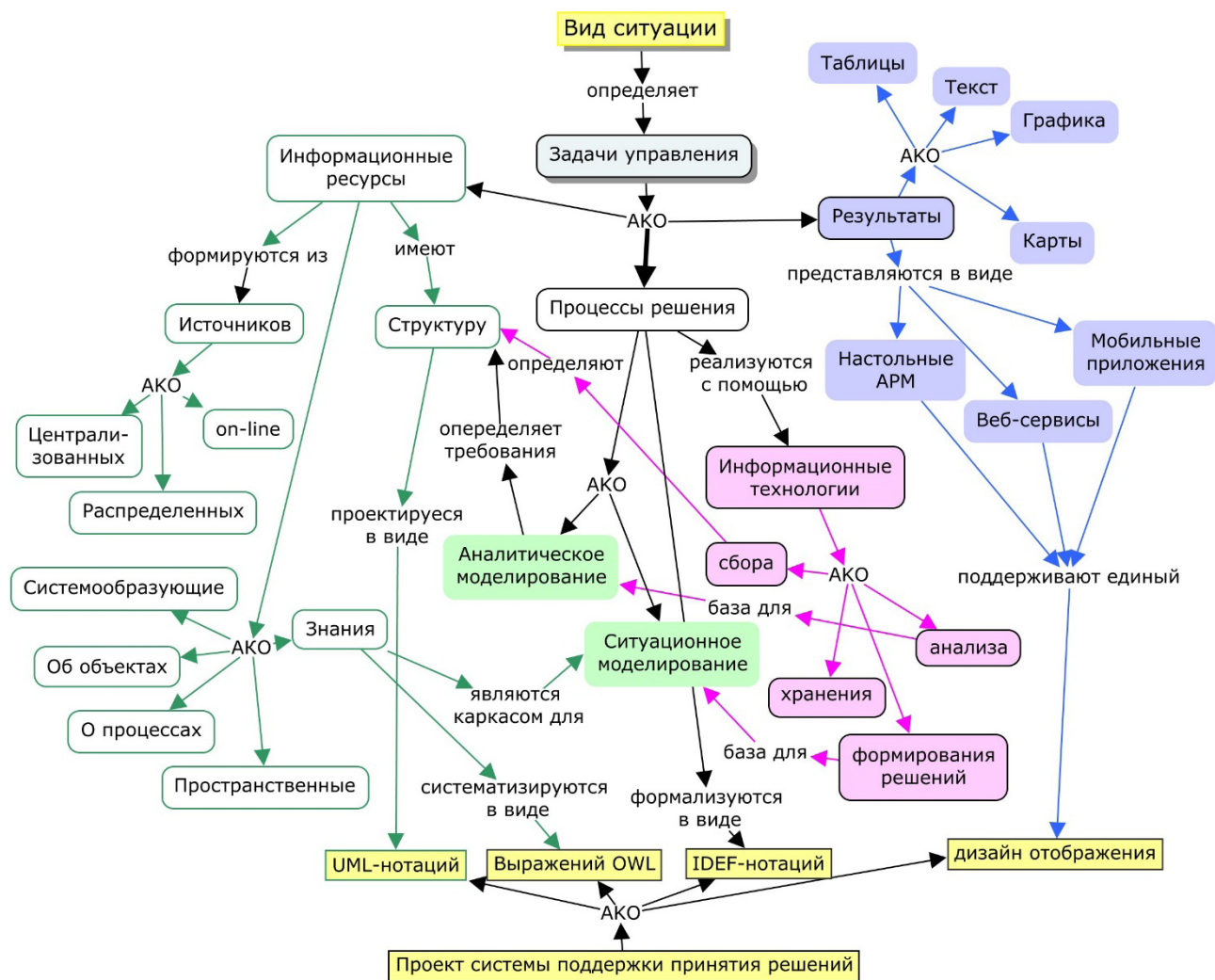


Рис. 1. Онтология модульной разработки системы поддержки принятия решений
 [Fig. 1. Ontology of modular development of a decision support system]

При этом, информационные процессы, по возможности, разделены на три этапа:

- моделирование динамики опасностей;
- моделирование последствий реализации опасностей;
- формирование перечней и последовательности проведения мероприятий защиты и работ по ликвидации опасной ситуации. Создание группировки сил и средств происходит с учётом масштаба ситуации и удалённости формирований [16].

Качество решений зависит от наличия расчётной методики для конкретного вида ситуации, целесообразности применения и детализации пространственных данных, полноты информации о защищаемых объектах в зоне действия опасных факторов. Использование динамических баз знаний показало

большую эффективность, чем традиционные планы действий. Отказ от предписаний новой методики планирования действий [17] в пользу систем поддержки принятия решений позволит не только повысить качество управления, но и сэкономит значительные ресурсы.

Использование динамически настраиваемых интерфейсов позволяет выбрать оптимальный вариант представлений результатов работы систем — комплексных решений по управлению безопасностью объектов и территорий. Это могут быть формы, установленные нормативными документами, либо получаемые на основе анализа отчётов, донесений, распоряжений, либо спроектированные с учётом предпочтений лиц, принимающих решения.

Создание систем поддержки управления должно быть основано на интеграции разных

информационных ресурсов и технологий. Гибкая архитектура обеспечивает мультизадачность, модульность, многоуровневый характер систем, длительность жизненного цикла и наследуемость информационных ресурсов. Сложность проблемной области и разнообразие подходов системной инженерии обуславливают необходимость использования всего потенциала средств проектирования для поиска оптимальной методологии формализации знаний, процессов их накопления, распространения и использования.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 2 и 3 показаны онтологии систем поддержки принятия решений для конкретных видов ЧС. Верхняя часть схем (сущности в розовых рамках) иллюстрирует мероприятия — результаты принятия управленческих решений. Левая часть относится к моделированию опасностей, правая описывает их воздействие на защищаемые объекты. Внизу (голубые стрелки) показаны функциональные задачи, решаемые системой поддержки принятия решений.

Для ЧС, связанных с затоплением территорий, технология *аналитического модели-*

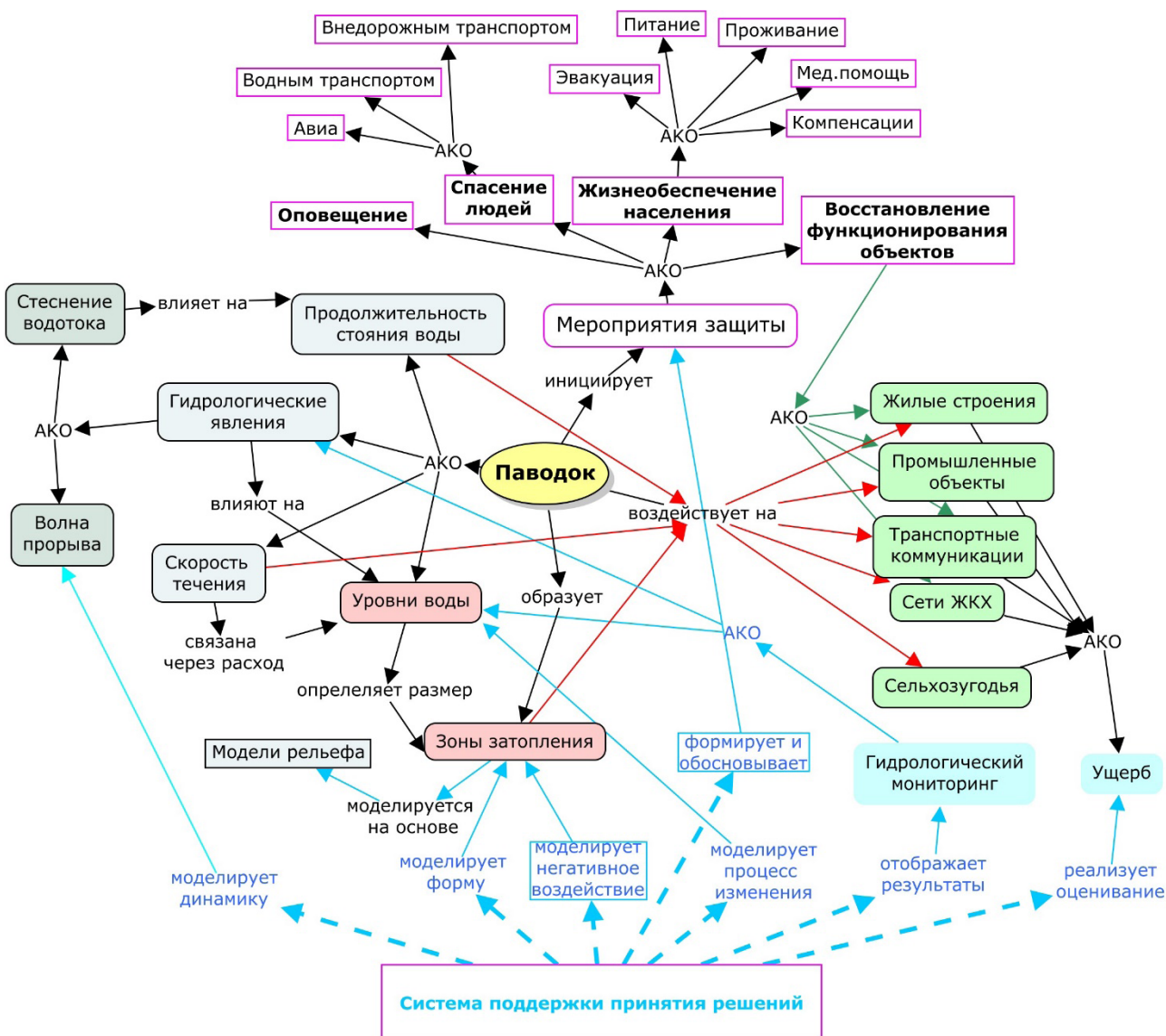


Рис. 2. Онтология построения системы поддержки принятия решений при затоплении территорий

[Fig. 2. Ontology of building a decision support system in case of flooding of territories]

цесс моделирования ситуации реализуется в двух режимах: заблаговременном, на основе зон затопления рассчитанных по результатам изысканий и топографической съёмки; оперативном — на основе данных беспилотных авиационных систем, космических снимков района бедствия с высоким разрешением.

Схема, приведенная на рис. 3, отображает мероприятия целевой программы обеспечения пожарной безопасности, принятой в Красноярском крае [20]. Голубым цветом на рисунке показаны процессы информационной поддержки.

Наполнение баз данных реализуется на уровне муниципальных образований, а процесс аналитического моделирования — на уровне региона. Это позволяет решать задачи ранжирования территорий по величине пожарного риска, а после этого более детально изучать состояние населённых пунктов и объектов защиты. Следует отметить, что важной особенностью метода является включение характеристик защищаемых объектов в показатели оценивания пожарной безопасности. В регионе 1800 населённых пунктов, почти 400 тыс. объектов пожарного надзора. Сбор и поддержание в актуальном состоянии такого объёма данных возможен лишь при организации межсистемного информационного обмена.

Методика оценивания помимо большой информационной базы учитывает кластерное управление территориями. При ранжировании муниципальных образований экспертно введены поправочные коэффициенты для мегаполисов, городских округов, аграрных районов, отдалённых и арктических территорий.

Онтологии разработаны с использованием свободно распространяемого ПО SMarTools. Помимо графического отображения сущностей и связей между ними имеется возможность формировать каталоги объектов для последующей детализации с бóльшим формализмом. В качестве следующего этапа проектирования и проверки логики путём построения предикатов предлагается пакет Protege.

Кроме того, сравнительный анализ полученных результатов и данных из литературы [11] показывает хорошую сходимость и по-

зволяет сделать вывод о перспективном использовании метода в корпоративном управлении. Применение на уровне отрасли, такой как обеспечение природно-техногенной безопасности территорий страны носит пионерский характер.

На наш взгляд, предлагаемый метод онтологического проектирования должен стать неотъемлемой частью цифровой трансформации управления, в том числе в рамках научно-исследовательских работ, проводимых МЧС России.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный метод является существенным дополнением «стандартного» технического задания на разработку систем автоматизации. Проектирование систем поддержки принятия решений сразу двумя способами, технологическим и проблемно-ориентированным, реализует двойной контроль возможностей и ресурсов для создания средств цифровизации, перспектив и рисков их внедрения и эксплуатации.

Описанный метод положен в основу аналитического сервиса распределённого сбора данных, разрабатываемого по заказу Агентства по гражданской обороне, чрезвычайным ситуациям и пожарной безопасности Красноярского края. Помимо мониторинга оперативной обстановки на основе донесений ЕДДС, данных Системы 112 и других оперативных служб предусмотрен сбор заявок на обустройство пожарных водоёмов, создание и оснащение добровольных пожарных команд, ресурсов для предупреждения ликвидации ЧС природного и техногенного характера.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Москвичёв В. В., Ничепорчук В. В., Потапов В. П., Тасейко О. В., Фалеев М. И. Ин-

формационное обеспечение мониторинга и рисков развития социально-природно-техногенных систем // Проблемы анализа риска. – 2018. – Т. 15, № 2. – С. 56–77.

2. Указ Президента РФ от 16 октября 2019 г. № 501 «О Стратегии в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на период до 2030 года».

3. Матеров Е. Н. Использование языка программирования R в вопросах пожарной безопасности: обработка и визуализация данных // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2018. – №4 (11). – С. 60–66.

4. Чубукова И. А. Data Mining. – М.: НОУ «Интуит», 2016. – 471 с.

5. Попов А. П. Комплексная безопасность как часть экосистемы цифровой экономики // Системы безопасности, 2018. – № 2. – С. 52–54.

6. Москвичёв В. В., Бычков И. В., Потапов В. П., Тасейко О. В., Шокин Ю. И. Информационная система территориального управления рисками развития и безопасностью. // Вестник РАН. – 2017. – Т. 87, № 8. – С. 696–705.

7. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика», утверждённый на заседании президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам 24 декабря 2018 г.

8. Косяков А., Свит У. и др. Системная инженерия. Принципы и практика. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 624 с.

9. ГОСТ 34.602-89 Информационная технология (ИТ). Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.

10. Вигерс К., Битти Дж. Разработка требований к программному обеспечению. – М.: Русская редакция; СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 736 с.

11. Кудрявцев Д. В. Системы управления знаниями и применение онтологий: уч. пособ. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 344 с.

12. Латшин В. А. Онтологии в Компьютерных системах. – М.: Научный мир, 2010. – 224 с.

13. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.

14. Единые стандарты обмена информацией информационных систем с АИУС РСЧС. Одобрены на заседании Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности 23 июня 2021 г. Протокол № 2. – 15 с.

15. Ничепорчук В. В., Ноженков А. И. Архитектура территориальной системы мониторинга чрезвычайных ситуаций // Информатизация и связь. – 2018. – № 2. – С. 22–28.

16. Nicheporchuk V. V., Nozhenkov A. I. The technology of situational modeling of dangerous events for territorial management information support // Procedia Structural Integrity. – 2019. – No 20. – P. 248–253. DOI:10.1016/j.prostr.2019.12.147.

17. Методические рекомендации по планированию действий в рамках РСЧС на региональном, муниципальном и объектовом уровнях. Утверждены 15.03.21 заместителем министра МЧС России П. Ф. Барышевым.

18. Калач А. В., Ничепорчук В. В., Батуро А. Н. Поддержка принятия управленческих решений при защите территорий от затоплений // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2021. – № 1. – С. 74–86.

19. Kalach A. V., Arifullin E. Z., Nicheporchuk V. V., Kalach E. V., Oblienko A. V. Support technologies for management of the land flood protection // Journal of Physics: Conference Series. International Conference «Applied Mathematics, Computational Science and Mechanics: Current Problems» (AMCSM 2020). – 2021. – P. 012072. DOI:10.1088/1742-6596/1902/1/012072.

20. Паспорт государственной программы «Защита от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и обеспечение безопасности населения Красноярского края». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.krskstate.ru/realization/gosprog/0/id/16539> (дата обращения 14.07.21)

21. Пенькова Т. Г., Метус А. М., Ничепорчук В. В. Метод интегрального анали-

тического оценивания природно-техногенной безопасности территорий (на примере Красноярского края) // Проблемы анализа риска. – 2018. – Т. 15, № 5. – С. 16–25. DOI: 10.32686/1812-5220-2018-15-5-16-25.

Калач Андрей Владимирович — д-р хим. наук, проф., начальник кафедры безопасности информации и защиты сведений, составляющих государственную тайну Воронежского института ФСИН России.

E-mail: a_kalach@mail.ru

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8926-3151>

Ничепорчук Валерий Васильевич — канд. тех. наук, старший научный сотрудник отдела прикладной информатики, института вычислительного моделирования СО РАН.

E-mail: valera@icm.krasn.ru

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-7071-6600>

Калач Елена Владимировна — канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства Воронежского государственного технического университета

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4909-3474>

Кубасов Игорь Анатольевич — д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры информационных технологий Академии управления МВД России

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5365-1307>

E-mail: aumvd@mvd.ru

DOI: <https://doi.org/10.17308/sait.2021.3/3739>

ISSN 1995-5499

Received 15.07.2021

Accepted 20.11.2021

DESIGN OF MANAGEMENT SUPPORT SYSTEMS NATURAL AND MAN-MADE SECURITY OF TERRITORIES USING ONTOLOGIES

© 2021 A. V. Kalach^{1,2✉}, V. V. Nicheporchuk³, E. V. Kalach¹, I. A. Kubasov⁴

¹Voronezh state technical University

84, 20th anniversary of October Street, 394006 Voronezh, Russian Federation

²Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service

1a, Irkutskaya Street, 394072 Voronezh, Russian Federation

³Institute of computational modeling SB RAS

50, bldg. 44, Akademgorodok Street, 660036 Krasnoyarsk, Russian Federation

⁴Academy of Management of the Ministry of Internal Affairs of Russia

8, Zoya and Alexander Kosmodemyanskikh Street, 125171 Moscow, Russian Federation

Annotation. Climate disasters can provoke and reinforce each other, occur simultaneously, including synchronously and over long distances. The article presents the results of applying the method of conceptual description of decision support systems for different types of dangerous events of a natural and man-made nature. The novelty of the approach developed by the authors of the article is the use of the method of ontologi-

✉ Kalach Andrew V.
e-mail: a_kalach@mail.ru

cal design, which justifies the use of analytical and situational modeling technologies. It is shown that the use of ontologies significantly facilitates the communication of specialists in different fields, simplifies the search for solutions to interdisciplinary problems of information support for decision-making. The article describes the features of building multitasking platforms that integrate problem-oriented services and provides examples of their use in the management of natural and man-made safety of territories. Special attention is paid to the description of the analytical service for distributed data collection when monitoring the operational situation based on reports from the 112 System and other operational services, collecting applications for the arrangement of fire reservoirs, creating and equipping voluntary fire brigades, resources for preventing the elimination of natural and man-made emergencies. The results obtained allow us to conclude that the proposed method is promising to use in corporate security management of territories.

Keywords: ontology, design, analytical modeling, situational modeling, decision support, security, protection of territories.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

REFERENCES

1. *Moskvichev V. V., Nichiporchuk V. V., Potapov V. P., Casaco O. V., Faleev M. I.* (2018) Information provision and monitoring the risks of socio-natural-technogenic systems // *Problems of risk analysis*. T. 15, No. 2. P. 56–77.
2. A presidential decree of 16 October 2019, № 501 “On the strategy of development of civil defense, protection of population and territories from emergency situations, provision of fire safety and safety at water facilities for the period up to 2030”.
3. *Materov E. N.* (2018) The use of the R programming language in matters of fire safety: processing and visualization of data // *Siberian fire and rescue Herald*. No 4 (11). P. 60–66.
4. *Chubukov I. A.* (2016) *Data Mining*. Moscow: NOU “Intuit”. 471 p.
5. *Popov A. P.* (2018) Comprehensive security as part of the ecosystem of the digital economy // *Security Systems*. No. 2. P. 52–54.
6. *Moskvichev V. V., Bychkov I. V., Potapov V. P., Taseyko O. V., Shokin Yu. I.* (2017) Information system of territorial management of development risks and security. // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. Vol. 87, No. 8. P. 696–705.
7. Passport of the national program “Digital Economy”, approved at the meeting of the Presidium of the Presidential Council for Strategic Development and National Projects on December 24, 2018.
8. *Kosyakov A., Svit U., etc.* (2014) *System engineering. Principles and practice*. Moscow : DMK Press. 624 p.
9. GOST 34.602-89 Information technology (IT). A set of standards for automated systems. Technical specification for the creation of an automated system.
10. *Vigers K., Beatty J.* (2014) *Development of software requirements*. Moscow : Russian edition; St. Petersburg : BHV-Petersburg. 736 p.
11. *Kudryavtsev D. V.* (2010) *Knowledge management systems and the use of ontologies*. St. Petersburg : Publishing house of the Polytechnic University. 344 p.
12. *Lapshin V. A.* (2010) *Ontologies in computer systems*. M. : Scientific World. 224 p.
13. *Gavrilova T. A., Khoroshevsky V. F.* (2001) *Knowledge bases of intelligent systems*. St. Petersburg : Peter. 384 p.
14. Unified standards for information exchange of information systems with AIUS RSChS. Approved at the meeting of the Government Commission for the Prevention and Liquidation of Emergency Situations and Ensuring Fire Safety on June 23, 2021. Protocol No. 2. 15 p.
15. *Nicheporchuk V. V., Nozhenkov A. I.* (2018) Architecture of the territorial emergency monitoring system // *Informatization and Communication*. No. 2. P. 22–28.
16. *Nicheporchuk V. V., Nozhenkov A. I.* (2019) The technology of situational modeling of dangerous events for territorial management information support // *Procedural Structural Integrity*. No. 20. P. 248–253. DOI:10.1016/j.prostr.2019.12.147.

17. Methodological recommendations for planning actions within the framework of the RSCS at the regional, municipal and object levels. Approved on 15.03.21 by the Deputy Minister of the Ministry of Emergency Situations of Russia P. F. Baryshev.

18. Kalach A.V., Nicheporchuk V. V., Batur A. N. (2021) Support for managerial decision-making when protecting territories from flooding // Bulletin of the Voronezh State University. Series: System Analysis and Information Technologies. No. 1. P. 74–86.

19. Kalach A. V., Arifullin E. Z., Nicheporchuk V. V., Kalach E. V., Oblienko A. V. (2021) Support technologies for management of the land flood protection // Journal of Physics: Conference Series. International Conference “Applied Math-

ematics, Computational Science and Mechanics: Current Problems” (AMCSM 2020). P. 012072. DOI:10.1088/1742-6596/1902/1/012072.

20. Passport of the state program “Protection from natural and man-made emergencies and ensuring the safety of the population of the Krasnoyarsk Territory”. [Electronic resource]. Available at: <http://www.krskstate.ru/realization/gosprog/0/id/16539> (accessed 14.07.21)

21. Penkova T. G., Metus A.M., Nicheporchuk V. V. (2018) Method of integral analytical assessment of natural and technogenic safety of territories (on the example of the Krasnoyarsk Territory) // Problems of risk analysis. Vol. 15. No. 5. P. 16–25. DOI: 10.32686/1812-5220-2018-15-5-16-25.

Kalach Andrew V. — DSc in Chemical Science, Head of the Department of information security and protection of information constituting a state secret of Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia.

E-mail: a_kalach@mail.ru

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8926-3151>

Nicheporchuk Valery V. — PhD in Technical Sciences, Senior Researcher, Department of Applied Informatics, Institute of Computational Modeling Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.

E-mail: valera@icm.krasn.ru

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-7071-6600>

Kalach Elena V. — PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Housing and Communal Services of the Voronezh State Technical University.

E-mail: EVKalach@gmail.com

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4909-3474>

Kubasov Igor A. — DSc in Technical Sciences, Professor, Department of Information Technologies of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation.

E-mail: aumvd@mvd.ru

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5365-1307>