

УДК 614.87:556:551.3

Подход к ранжированию объектов техносферы для определения перечня предупредительных и защитных мероприятий при воздействии опасных природных процессов с климатическим фактором

ISSN 1996-8493
DOI:10.54234/CST.19968493.2022.19.4.74
© Технологии гражданской безопасности, 2022

Е.В. Арефьева, Е.И. Алексеева

Аннотация

В статье авторами предложен подход к ранжированию объектов техносферы по очередности принятия предупредительных и защитных мероприятий при воздействии опасных природных процессов с климатическим фактором экзогенного характера.

Подход основан на введении комплексного показателя, состоящего из двух компонентов, характеризующих степень подверженности объектов опасным природным процессам и фактическое состояние объекта, а также его износ, наличие деформаций, трещин и пр.

Авторами предложен визуальный метод оценки эффективности мероприятий в имитационном режиме. Метод реализован для объектов ансамбля «Казанский Кремль» Республики Татарстан.

Ключевые слова: техносфера; защитные мероприятия; опасные природные процессы; подтопление; карстовые процессы; оползневые процессы; оценка подверженности; нечеткие множества; нечеткая логика; системы нечеткого вывода.

An Approach to the Technosphere Objects Ranking to Determine the List of Preventive and Protective Measures when Exposed to Hazardous Natural Processes with a Climatic Factor

ISSN 1996-8493
DOI:10.54234/CST.19968493.2022.19.4.74
© Civil Security Technology, 2022

E. Arefieva, E. Alekseeva

Abstract

In the article, the authors propose an approach to the technosphere objects ranking according to the order of taking preventive and protective measures when exposed to hazardous natural processes with an exogenous climatic factor. The approach is based on the complex indicator introduction consisting of two components characterizing the degree of objects exposure to dangerous natural processes and the actual condition of the object, as well as its depreciation, presence of deformations, cracks, etc.

The authors propose visual method for evaluating the effectiveness of measures in the simulation mode. The method is implemented for the objects of the ensemble "Kazan Kremlin" of the Republic of Tatarstan.

Key words: technosphere; protective measures; dangerous natural processes; flooding; karst processes; landslide processes; exposure assessment; fuzzy sets; fuzzy logic; fuzzy inference systems.

Введение

В настоящее время объекты техносферы (здания и сооружения), расположенные на застроенных территориях, подвергаются интенсивному воздействию природных процессов, что влечет за собой снижение несущей способности грунтов, просадку и оседание земной поверхности, нередко приводящие к деформации и аварии. Основные причины такой деформации зданий и сооружений связаны с проявлением опасных природных процессов с климатическим фактором (ОППКФ) на прилегающих к объектам территориях. При этом наибольшую опасность представляют ОППКФ экзогенного характера (оползни, карстовые провалы, подтопление, суффозии и т. д.) [1]. Более всего страдают здания и сооружения, построенные в прошлые века и не рассчитанные на действия агрессивной внешней природно-техногенной среды урбанизированных территорий. К основным аварийным деформациям зданий и сооружений относятся: осадка фундаментов, отдельных конструкций или частей объектов; подвижка фундаментов и частей объектов; искривление стен и других элементов; прогиб балок и плит перекрытий и пр. [2].

Согласно сведениям, приведенным в материалах [3], только в 2021 г. 196 населенных пунктов, в том числе 108 городов и поселков городского типа, было подвержено воздействию ОППКФ экзогенного характера. Для территории Республики Татарстан (РТ) также характерно проявление многих ОППКФ, а в некоторых районах наблюдается их комплексное воздействие на территории и объекты техносферы, включая уникальные объекты культурного наследия (ОКН).

В работах [4, 5, 6] авторами приведены данные о подверженности территории РТ, отдельных зданий и сооружений комплексному (общему) воздействию ОППКФ экзогенного характера. Авторами представлен краткий обзор деформации и повреждения объектов техносферы г. Казани, в том числе относящихся к объектам культурного наследия. ОКН, находящиеся в зоне влияния ОППКФ экзогенного характера, становятся более уязвимыми к разрушениям. В первую очередь это связано с возрастом таких строений и современной внешней агрессивной природной средой.

Действие ОППКФ особенно негативно прослеживается в системе «грунт–основание–фундамент», что приводит к аварийному изменению несущих конструкций, неравномерной осадке грунтов — оснований сооружений, появлению трещин в стенах и стыках зданий, возникновению кренов зданий и т. д. [2, 6]. Предотвращение таких аварийных ситуаций, доходящих до чрезвычайных ситуаций, требует своевременных управленческих решений по проведению предупредительных и защитных мероприятий, снижающих воздействие ОППКФ. Как правило, на застроенной территории в условиях плотной городской застройки и подверженной воздействию ОППКФ, расположено несколько объектов техносферы, которые нуждаются в проведении таких мероприятий. А в условиях ограниченности финансовых и иных ресурсов требуется приоритизация таких объектов по очередности проведения предупредительных и защитных мероприятий.

Методы исследований

Авторами разработан подход к ранжированию объектов техносферы с целью определения очередности выполнения защитных и предупредительных мероприятий на объектах по повышению их устойчивости при воздействии ОППКФ экзогенного характера в условиях ограниченных ресурсов, основанный на оценке комплексного показателя подверженности воздействию ОППКФ, а также с учетом физического состояния объектов.

Подход также позволяет определять приоритетность наиболее значимых объектов техносферы для дальнейшего планирования мероприятий и обоснованного принятия управленческих решений по их реализации.

Комплексный показатель подверженности воздействию ОППКФ с учетом физического состояния объекта включает два частных показателя: Y_1 — показатель подверженности объектов техносферы воздействию ОППКФ; Y_2 — показатель физического состояния (износа) объектов в результате воздействия опасных природно-климатических факторов.

Первым этапом реализации подхода являются сбор и анализ данных о видах, интенсивности и уровне подверженности территорий объектов техносферы воздействию ОППКФ. В результате обработки и сопоставления имеющихся данных определяются категории подверженности прилегающих территорий воздействию ОППКФ в соответствии с Методическими рекомендациями Минэкономразвития России по оценке климатических рисков [7]. Далее вычисляется частный показатель (Y_1) общей подверженности объектов техносферы воздействию ОППКФ с использованием разработанного программного обеспечения ЭВМ [1, 8, 9, 10]. Значение показателя подверженности объектов техносферы воздействию ОППКФ может быть отнесено к одной из четырех градаций (см. табл. 1).

На следующем этапе реализации подхода вычисляется частный показатель (Y_2) физического состояния (износа) объектов техносферы с использованием соответствующих нормативных документов по оценке физического износа зданий [11, 12]. Для объектов техносферы, относящихся к ОКН, оценка физического состояния (износа) проводится в соответствии с Методическими рекомендациями по определению процента утрат первоначального облика ОКН (дополнение к своду реставрационных правил СРП-2007) [16].

Значение показателя физического состояния (износа) объектов техносферы также может быть отнесено к одной из четырех возможных градаций (см. табл. 2).

Таким образом, каждому объекту техносферы соответствуют два значения частных показателей (Y_1 ; Y_2), которые отображаются соответствующими точками координатной плоскости (Y_1 ; Y_2). На оси ординат откладывается значение физического состояния (износа) объектов техносферы, а на оси абсцисс — подверженность территорий объектов воздействию ОППКФ.

Таблица 1

Градации подверженности территории воздействию ОППКФ с учетом Методических рекомендаций Минэкономразвития России [7]

Наименование показателя	Условное обозначение показателя	Область изменения значений показателя, %	Уровень (класс) комплексной (общей) подверженности			
			чрезвычайно опасный (катастрофический) (Кр), %	весьма опасный (ВО), %	опасный (Оп), %	умеренно опасный или незначительно опасный (УО), %
Подверженность территории, прилегающей к объекту техносферы, опасным природным процессам с климатическим фактором, %	У1	1–100	более 50	36–50	16–35	0–15

Таблица 2

Качественная и количественная характеристика показателя физического состояния (износа) объектов техносферы, в том числе ОКН [11, 12, 17]

Наименование категории состояния объектов техносферы	Значение показателя физического состояния (износа) объектов техносферы, %	Наименование категории состояния объектов техносферы, относящихся к ОКН	Значение показателя физического состояния (износа) ОКН, %
I – нормативное техническое (нормальное)	0-20	I – нормальное	До 5
II – работоспособное техническое (удовлетворительное)	21-40	II – удовлетворительное	До 15-20
III – ограниченно-работоспособное техническое (неудовлетворительное)	41-60	III – неудовлетворительное	До 25-40
IV – предаварийное или аварийное	Свыше 60	IV – предаварийное или аварийное	Свыше 40

На основе вычисленных значений показателей (Y_1 ; Y_2) проводится ранжирование объектов техносферы по классам очередности для планирования и разработки предупредительных и защитных мероприятий по повышению устойчивости объектов и снижению уровня их подверженности воздействию ОППКФ (табл. 3).

Объекты, попавшие в область чрезвычайной опасности, в первую очередь нуждаются в проведении соответствующих защитных мероприятий, а также мероприятий по незамедлительному повышению устойчивости в зависимости от типа наиболее опасного процесса, в проведении срочных ремонтно-восстановительных и иных работ.

Для объектов, относящихся к 5 классу относительно безопасной зоны по степени подверженности ОППКФ,

проведение защитных мероприятий не требуется, но требуется проведение дальнейшего гидрогеологического и геотехнического мониторинга. Объекты, относящиеся по степени комплексной подверженности к 1–4 классам, нуждаются в проведении соответствующих мероприятий в соответствии с табл. 3 и типовых мероприятий по защите объектов от потенциальных и фактических угроз [14, 15].

Применение метода к объектам ансамбля «Казанский Кремль»

Для определения очередности и порядка проведения предупредительных и защитных мероприятий было проведено ранжирование зданий и строений,

Таблица 3

Классы очередности защиты и восстановления объектов техносферы по степени комплексной подверженности ОППКФ

Класс	Наименование класса по степени комплексной подверженности	Очередность принятия мер для объектов техносферы
1 класс	Чрезвычайная опасность по степени комплексной подверженности	Нуждаются в принятии первоочередных мер защиты, повышения устойчивости в зависимости от типа наиболее опасного процесса, проведения срочных ремонтно-восстановительных и иных работ
2 класс	Реальная опасность по степени комплексной подверженности	Нуждаются в принятии рациональных защитных мер, повышающих устойчивость к наиболее опасному природному процессу
3 класс	Потенциальная опасность по степени комплексной подверженности	Нуждаются в усилении геотехнического и гидрогеологического мониторинга, проведения предупредительных и защитных мероприятий
4 класс	Имеются условия для возникновения опасности по степени комплексной подверженности	Нуждаются в усилении геотехнического и гидрогеологического мониторинга
5 класс	Относительно безопасная зона по степени подверженности	Продолжается ведение гидрогеологического и геотехнического мониторинга

расположенных на территории ансамбля «Казанский Кремль» (далее — Ансамбль), на основе разработанного комплексного показателя подверженности объектов ОППКФ и физического состояния объектов (износа). На территории Кремля расположены объекты с массовым пребыванием людей, культовые сооружения и здание резиденции президента Республики Татарстан.

Согласно [18, 19] территория Ансамбля подвержена воздействию следующих видов ОППКФ: подтоплению, карсту, оползням и овражной эрозии. Северная, северо-восточная и северо-западная стороны Кремлевского холма характеризуются слабой или умеренно-опасной категорией абразии [20].

Для оценки подверженности воздействию ОППКФ были рассмотрены только здания и строения, расположенные на участках, вблизи которых ранее уже отмечалось проявление ОППКФ экзогенного характера, при этом не рассматривались объекты, которые на момент исследования находились в разрушенном состоянии или объекты без явной видимости повреждений.

По результатам оценки комплексного показателя подверженности зданий и строений Ансамбля воздействию ОППКФ экзогенного характера с учетом их физического состояния (износа) была определена область опасной подверженности для каждого объекта. Установлено, что все рассматриваемые здания и строения нуждаются в проведении предупредительных и защитных мероприятий. При выборе перечня мероприятий следует исходить из необходимости снижения общей подверженности территорий объектов техносферы воздействию ОППКФ.

Предупредительные и защитные мероприятия, направленные на снижение уровня подверженности воздействию ОППКФ, определяются в зависимости от их вида (оползневые, карстово-суффозионные и эрозийные процессы, подтопление и пр.). При этом рациональный перечень предупредительных и защитных мероприятий определяется их вкладом в минимизацию показателя общей подверженности зданий и строений воздействию ОППКФ.

Существующая деформация зданий и строений во многом связана с фундаментами, основаниями и возникает вследствие недопустимой абсолютной и относительной осадки, основной причиной которой, является слабая несущая способность грунтов, вызванная негативным воздействием подземных вод [2]. Исследования, приведенные в работах [18, 19], позволили установить, что на территории Ансамбля развиты процессы подтопления с преобладанием на всей территории водонасыщенных грунтов. В условиях города процесс подтопления усиливается за счет постоянной утечки из водонесущих коммуникаций, авариях на подземных водных и канализационных коммуникациях, что приводит к повышению уровня грунтовых вод, изменению их химического и температурного состава. Помимо этого, современные климатические изменения в виде проявления экстремального количества атмосферных осадков усиливают инфильтрационное питание грунтовых вод на территории Ансамбля, а не справляющиеся с новыми климатическими условиями ливневая канализация

может приводить к длительному заполнению водой подвальных помещений зданий и строений.

На основании вышеизложенного очевидно, что требуется проведение постоянного гидрогеологического и геотехнического мониторинга всех объектов Ансамбля и мероприятий по регулированию процессов подтопления на территории Ансамбля; причем с учетом высокой ценности объектов Ансамбля (принадлежность их к Всемирному наследию ЮНЕСКО) все мероприятия должны проводиться в щадящем режиме [6].

Результаты вычисления комплексной (общей) подверженности зданий и строений Казанского Кремля воздействию ОППКФ представлены в табл. 4.

По проведенным вычислениям комплексной (общей) подверженности некоторых зданий и строений ансамбля «Казанский Кремль» воздействию ОППКФ экзогенного характера можно сделать вывод, что объекты находятся на территории с категориями опасности: «чрезвычайно опасная (катастрофическая)», «весьма опасная» и «опасная».

Оценка физического состояния зданий и строений ансамбля «Казанский Кремль» выполнена в соответствии с частью 1 Методических рекомендаций по определению процента утрат первоначального облика ОКН (дополнение к своду реставрационных правил СРП-2007) [16, 21].

Основанием для проведения оценки физического состояния (износа) зданий и строений послужили данные научно-технической документации и материалы технического заключения о состоянии зданий и строений Казанского Кремля [22]. Результаты оценки физического состояния (износа) зданий и строений ансамбля «Казанский Кремль» сведены в табл. 5.

Для определения очередности и порядка принятия предупредительных и защитных мероприятий для рассматриваемых зданий и строений Ансамбля значения рассчитанных частных показателей (Y_1 , Y_2) отображены на координатной плоскости (рис. 1).

Данные о деформации и повреждении здания «Губернаторский дворец» (здание резиденции президента Республики Татарстан) указывают на необходимость установки дренажных и других водопонижительных систем для его сохранности, для исключения обводнения грунтов на территории здания.

Рекомендации

В качестве основных мероприятий по защите от подтопления объектов Ансамбля могут быть рекомендованы: дренажи; организация поверхностного стока; системы водоотведения и утилизации дренажных вод; усиление мониторинга режима подземных и поверхностных вод, утечки и напора в водонесущих коммуникациях; геотехнический мониторинг, а также слежение за деформацией стен, стыков и других конструкций объектов.

Для обеспечения дальнейшей безаварийной эксплуатации зданий «Присутственные места и консистория» и «Гауптвахта» целесообразно провести:

гидроизоляцию внутренней поверхности стен подвала, отсечную инъекционную гидроизоляцию,

Таблица 4

Результаты вычисления комплексной (общей) подверженности зданий и строений Казанского Кремля воздействию ОППКФ экзогенного характера

№ объекта	Наименование объекта	Наименование и количественное значение входных и выходных параметров, %						Уровень подверженности воздействию ОППКФ
		Erosion (эрозия)	Landslide (оползни)	Karst (карст)	Flooding (подтопление)	Retreat (переработка берегов водохранилищ, озер)	Y_1 – General Hazard Rating (общая подверженность)	
Объект 1	Губернаторский дворец	40	10	40	85	1	60,9	Кр
Объект 2	Здание присутственных мест и консистория	20	10	40	40	1	36,8	ВО
Объект 3	Здание гауптвахты	5	1	80	60	0	31,8	Оп
Объект 4	прясло 3-4	40	10	40	80	0	53,6	Кр
Объект 5	прясло 7-8	70	20	5	80	1	56,8	Кр
Объект 6	прясло 8-9	50	15	5	80	1	46,4	ВО
Объект 7	прясло 9-10	40	15	5	80	1	45,7	ВО
Объект 8	прясло 2-3	40	10	40	80	0	53,6	Кр

где: Кр — катастрофический уровень подверженности; ВО — весьма опасный уровень; Оп — опасный уровень подверженности.

Таблица 5

Результаты оценки физического состояния (износа) зданий и строений Ансамбля «Казанский Кремль»

№ п/п	Наименование объекта	Категория физического состояния	Количественное значение показателя физического состояния износа (Y_2), %
Объект 1	Губернаторский дворец	Предаварийное или аварийное	46
Объект 2	Здание присутственных мест и консистория	Нормальное	9
Объект 3	Здание гауптвахты	Удовлетворительное	19
Объект 4	прясло 3-4	Предаварийное или аварийное	60
Объект 5	прясло 7-8	Предаварийное или аварийное	62
Объект 6	прясло 8-9	Предаварийное или аварийное	63
Объект 7	прясло 9-10	Предаварийное или аварийное	64
Объект 8	прясло 2-3	Предаварийное или аварийное	65

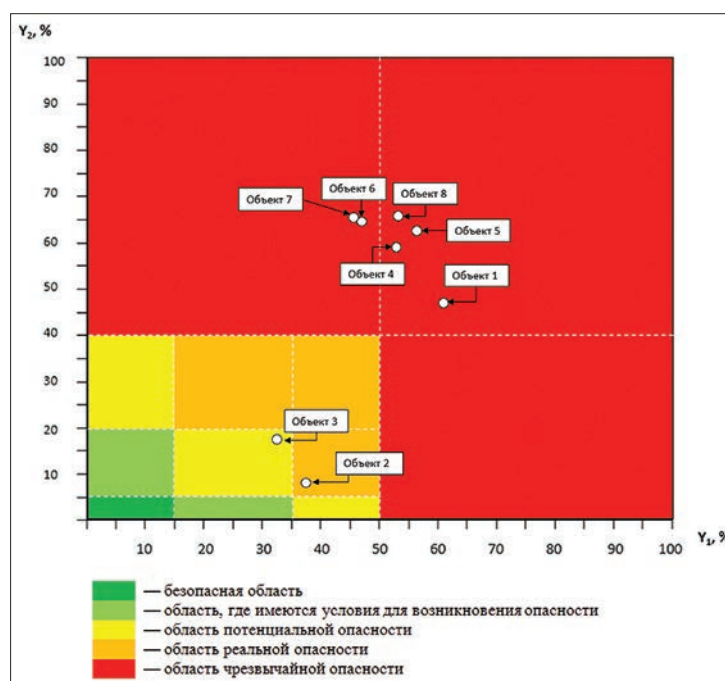


Рис. 1. Отображение зданий и строений Ансамбля «Казанский Кремль» в имитационном режиме

вертикальную инъекционную гидроизоляцию наружных стен;

отведение поверхностных ливневых вод от зданий; установка системы организованного наружного водостока.

Для крепостных стен возможно проведение следующего перечня мероприятий по осушению грунтов пристенной зоны:

1. Заложить сплошной глубинный дренаж параллельно крепостной стене с щадящим режимом водоотведения и непрерывного гидрогеологического мониторинга.

2. Дренировать только зоны концентрации подземных вод после изучения глубинной гидрогеологической обстановки вблизи прясел стен.

Второй метод является упрощенным и экономически выгодным, но менее эффективным, чем первый. Сплошное дренирование всей крепостной стены позволит избежать формирования линз верховодки и воспрепятствует замачиванию конструкций крепостной стены с внутренней стороны.

На рис. 2 представлены результаты оценки подверженности зданий и строений ансамбля «Казанский Кремль» воздействию ОППКФ до и после проведения мероприятий по регулированию процессов подтопления в имитационном режиме с использованием программного обеспечения.

Результаты расчетов в имитационном режиме показали, что принятие мер по регулированию процесса

подтопления на территории ансамбля «Казанский Кремль» послужило снижению показателя общей подверженности зданий и строений воздействию ОППКФ. Также принятие мер, направленных на улучшение физического состояния зданий и строений с учетом всех дефектов и повреждений (проведение ремонтных и реставрационных работ), позволит устранить отмеченные повреждения и, тем самым, создать условия для «перехода» на координатной плоскости $(Y_1; Y_2)$ объекта: из категории физического состояния «предаварийное или аварийное» в категорию «нормальное» — при выполнении мероприятий в полном объеме или категорию «удовлетворительное» — при частичном выполнении мероприятий.

Динамика «перехода» в имитационном режиме отображений показателей $(Y_1; Y_2)$ зданий и строений Ансамбля после проведения предупредительных и защитных мероприятий в комплексе с ремонтно-реставрационными работами в имитационном режиме представлена на рис. 3.

Таким образом, точка координатной плоскости $(Y_1; Y_2)$, соответствующая показателям $(Y_1; Y_2)$ здания «Губернаторский дворец», переместилась из области чрезвычайной опасности в область потенциальной опасности; точка координатной плоскости $(Y_1; Y_2)$, соответствующая показателям $(Y_1; Y_2)$ здания «Присутственные места и консистория», из области реальной опасности переместилась в область, где имеются

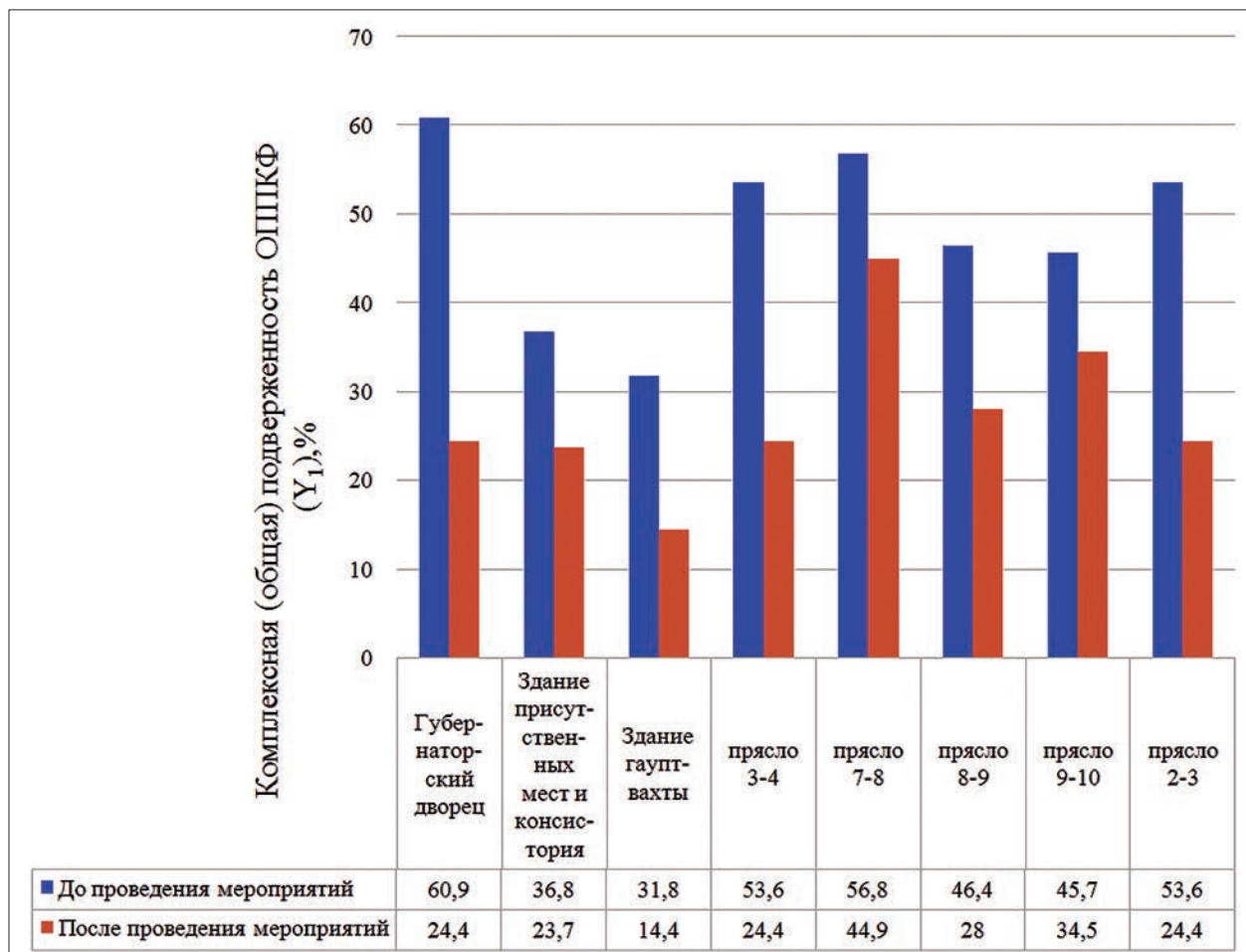


Рис. 2. Результаты оценки подверженности зданий и строений Ансамбля «Казанский Кремль» воздействию ОППКФ до и после проведения мероприятий по регулированию процессов подтопления в имитационном режиме

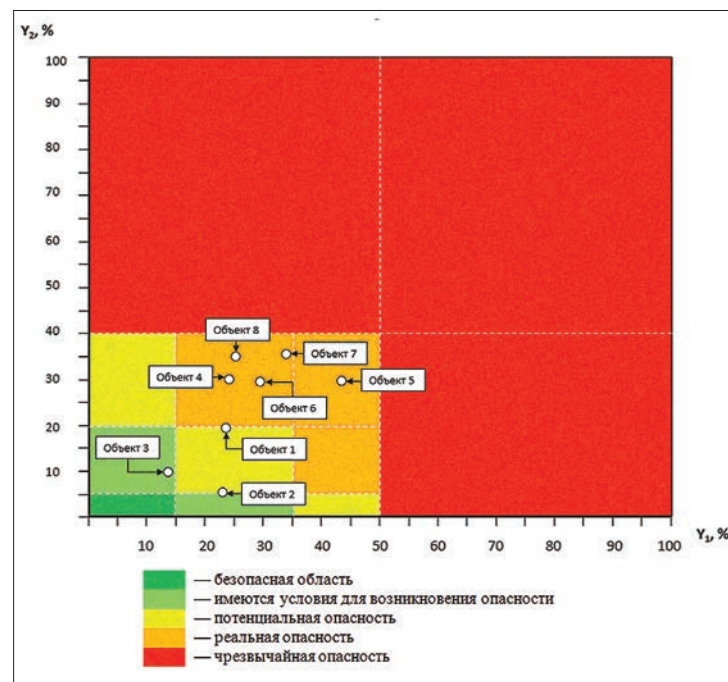


Рис. 3. Отображение показателей (Y_1 ; Y_2) зданий и строений Ансамбля «Казанский Кремль» после проведения мероприятий в имитационном режиме с использованием специального программного обеспечения

условия для опасности. Аналогично: точка координатной плоскости (Y_1 ; Y_2), соответствующая показателям (Y_1 ; Y_2) здания «Гауптвахта», переместилась из области потенциальной опасности в безопасную область; точки, соответствующие сооружениям — прясла крепостной стены (2-3, 3-4, 7-8, 8-9, 9-10), переместились из области чрезвычайной опасности в область реальной опасности.

Выводы

Разработанный авторами подход к ранжированию объектов техносферы, в том числе объектов культурного наследия, для планирования и проведения предупредительных и защитных мероприятий на основе разработанного комплексного показателя подверженности объектов техносферы опасным природным процессам с климатическим фактором, с учетом физического

состояния объектов позволит осуществить рациональное планирование таких мероприятий, что особенно важно в условиях ограниченных ресурсов и высокой ценности защищаемых объектов.

Результаты проведенной оценки комплексного показателя подверженности зданий и строений ансамбля «Казанский Кремль» воздействию ОППКФ позволили в имитационном режиме установить области опасности для каждого здания и строения. При этом можно отметить, что все рассматриваемые здания и строения остро нуждаются в проведении предупредительных и защитных инженерных мероприятий, в том числе отдельных видов ремонтно-реставрационных работ. Использование разработанных авторских программных продуктов для оценки состояния и подверженности объектов техносферы ОППКФ позволяет многократно варьировать предупредительные и защитные мероприятия, добиваясь максимального эффекта от их проведения.

Литература

1. Алексеева Е. И. Модели оценки подверженности застроенных территорий воздействию опасных природных процессов с климатическим фактором на основе систем нечеткого логического вывода типа Мамдани и типа Сугено / Е. И. Алексеева, Е. В. Арефьева // Технологии гражданской безопасности. 2022. Т. 19. № 3(73). С. 25–31. EDN JFSUIO.
2. Пашкин Е. М. Инженерно-геологическая диагностика деформаций памятников архитектуры. М.: Высш.шк., 1998. 255 с. ISBN 5-06-003597-2.
3. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2021 г. Вып. 45.
4. Алексеева Е. И. Оценка подверженности объектов культурного наследия Республики Татарстан опасным экзогенным геологическим процессам / Е. И. Алексеева, Е. В. Арефьева // Вестник НЦБЖД. 2021. № 3(49). С. 73–80. EDN NRGPII.
5. Алексеева Е. И. Влияние опасных природных процессов с климатическим фактором на устойчивость объектов культурного наследия Республики Татарстан // XXV Тулолевские чтения (школа молодых ученых): Международная молодежная научная конференция, посвященная 60-летию со дня осуществления первого полета человека в космическое пространство и 90-летию Казанского национального исследовательского технического университета им. А. Н. Туполева-КАИ, Казань, 10–11 ноября 2021 года. Т. III. Казань: Изд-во ИП А. Р. Сагиева, 2021. С. 233–239. EDN VJRUUI.
6. Arefieva E. Assessment of the Vulnerability of Architectural Monuments to Dangerous Natural Processes / E. Arefieva, E. Alekseeva, L. Gorina // Lecture Notes in Civil Engineering. 2022. Vol. 180. P. 159–170. DOI 10.1007/978-3-030-83917-8_15. EDN HJJNCF.
7. Приказ Минэкономразвития России от 13 мая 2021 года № 267 «Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросу адаптации к изменениям климата».
8. Алексеева Е. И. Оценка устойчивости объектов культурного наследия при воздействии опасных природных процессов на основе каскадной нейронечеткой модели Такаги-Сугено-Канга / Е. И. Алексеева, Е. В. Арефьева, С. В. Новикова // Моделирование сложных процессов и систем: Сб. трудов секции № 10

XXXII Международной научно-практической конференции, Химки, 1 марта 2022 года. Химки: АГЗ МЧС России, 2022. С. 25–30. EDNSZVJEI.

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022664539, Российская Федерация. Модель оценки подверженности объектов техносферы опасным природным процессам с климатическим фактором на базе системы нечеткого логического вывода Мамдани: № 2022664020: заявл. 27.07.2022: опубл. 01.08.2022 / Е. И. Алексеева, Е. В. Арефьева, С. В. Новикова; заявитель — Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ». EDN NDREBW.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022665619, Российская Федерация. Модель оценки подверженности объектов техносферы опасным природным процессам с климатическим фактором на базе системы нечеткого логического вывода Сугено: № 2022664010: заявл. 27.07.2022: опубл. 18.08.2022 / Е. И. Алексеева, Е. В. Арефьева, С. В. Новикова; заявитель — Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ». EDN YUYUJL.
11. Ведомственные строительные нормы. Правила оценки физического износа жилых зданий. ВСН 53–86(р) (утв. приказом Госгражданстроя при Госстрое СССР от 24.12.1986 № 446).
12. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. (Документы: ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.)
13. Арефьева Е. В. Подтопление как потенциальный источник ЧС / Е. В. Арефьева, В. И. Мухин, Э. Г. Мирмович // Технологии гражданской безопасности. 2007. Т. 4. № 4(16). С. 69–73. EDN KRSJWD.
14. СП 116.13330.2012. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов.
15. СП 104.13330.2016. Инженерная защита территории от затопления и подтопления. Актуализированная редакция СНиП 2.06.15-85.
16. Методические рекомендации по определению процента утрат первоначального облика объектов культурного наследия, — Свод правил (Реставрационные правила), разработан ФГУП «Центральные научно-реставрационные проектные мастерские». М., 2013.
17. ГОСТ Р 55567-2013. Порядок организации и ведения инженерно-технических исследований на объектах культурного наследия. Памятники истории и культуры. Общие требования (с Изменением № 1).
18. Слепак З. М. Геофизический мониторинг при сохранении памятников архитектуры на примере Казанского Кремля. Казань: Изд-во Казанского университета, 1996. 176 с.
19. Слепак З. М. Геофизика для города: на примере территории г. Казани / З. М. Слепак, З. М. Слепак. М.: ЕАГО, 2007. ISBN 978-5-88942-072-9. EDN KQGZBL.
20. Ведение мониторинга геологической среды города Казани / А. И. Шевелев, Н. И. Жаркова, Ю. П. Бубнов и др. // Георесурсы. 2014. № 3(58). С. 3–8. EDN RHHVXS.
21. Свод реставрационных правил СРП-2007 «Рекомендации по проведению научно-исследовательских, изыскательских, проектных и производственных работ, направленных на сохранение объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации» (последняя редакция).
22. Фонд № Р-2343. Описание № 4–1. Музей-заповедник Казанский Кремль. Заказ 1799. Протокол ЭПМК Государственного комитета Республики Татарстан по архивному делу от 17.04.2020 № 3.

Сведения об авторах

Арефьева Елена Валентиновна: д. т. н., доц., ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. н. с. науч.-исслед. центра. Москва, Россия. SPIN-код: 2738-6323.

Алексеева Екатерина Ивановна: Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, ст. препод. каф. промышленной и экологической безопасности. Казань, Россия. SPIN-код: 2870-8044.

Information about authors

Arefieva Elena V.: ScD (Technical Sc.), Associate Professor, All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies, Chief researcher, Research Center. Moscow, Russia. SPIN-scientific: 2738-6323.

Alekseeva Ekaterina I.: Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Senior Lecturer, Department of Industrial and Environmental Safety. Kazan, Russia. SPIN-scientific: 2870-8044.

Издания ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Авторы, название	URL
Резников В.М. Аэрокосмическая система мониторинга: состояние, проблемы, перспективы	http://elibrary.ru/item.asp?id=15017723
Аксенов В.В. и др. ВГСЧ: вчера, сегодня, завтра. Горноспасательное дело в России. Монография.	http://elibrary.ru/item.asp?id=21230189
Аюбов Э.Н. и др. Справочник основных терминов и определений в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.	http://elibrary.ru/item.asp?id=20910135
Афанасьева Е.В. и др. Основы системы спасения пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях. Информационно-аналитический сборник. Издание второе, дополненное.	http://elibrary.ru/item.asp?id=20447018
Акимов В.А. и др. Итоговый сборник по результатам деятельности городской сетевой экспериментальной площадки «Разработка системы формирования транспортной культуры обучающихся как фактор успешной профилактики детского дорожно-транспортного травматизма». Методическое пособие.	http://elibrary.ru/item.asp?id=20501647
Пчёлкин В.И. Географический фактор в деятельности МЧС России: проблема и пути ее решения. Монография.	http://elibrary.ru/item.asp?id=21060972
Батырев В.В. Справочник специалиста-химика МЧС России.	http://elibrary.ru/item.asp?id=21060981