

**ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ**<https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-4-16>

УДК 332.122.62

**И. Д. Опарин<sup>a)</sup>, А. А. Яшин<sup>b)</sup>**<sup>a)</sup> Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, Российская Федерация;<sup>b)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Российская Федерация<sup>a)</sup> <http://orcid.org/0000-0002-3885-0540>, e-mail: oparinivan@mail.ru<sup>b)</sup> <http://orcid.org/0000-0002-1932-5302>

## Ранжирование урбанизированных территорий при оценке комплексного ущерба от пожаров<sup>1)</sup>

Одной из наиболее важных причин, приводящих к частичному или полному уничтожению объектов собственности, являются пожары. Социальный и экономический ущерб от пожаров значительно снижает макроэкономические показатели регионов и территорий. Таким образом, необходимость полной и объективной оценки ущербов от пожаров не вызывает сомнений. Основной гипотезой проведенного исследования стало предположение, что характеристики территорий и объектов, на которых произошел пожар, оказывают существенное влияние на результат комплексной оценки ущерба от пожаров. Ранжирование урбанизированных территорий с учетом характеристик расположенных на них объектов должно являться неотъемлемым элементом комплексной оценки ущерба от пожаров. Автором отмечается, что на объектах и территориях, не отличающихся однородностью по функциональному назначению, пожары характеризуются увеличением общего ущерба от пожара или его отдельных видов. В статье использованы аналитические методы исследования, а также методы классификации, типологизации и ранжирования. В работе проведено детальное изучение отечественного и зарубежного опыта в области районирования и ранжирования территорий. Проведенный анализ этого опыта позволил составить классификацию объектов и территорий для проведения комплексной оценки ущерба от пожаров. В результате исследования составлена карта территорий города Екатеринбурга, учитывающая вопросы оценки комплексного ущерба от пожара. На примере города Екатеринбурга проведен анализ нетипичных пересечений объектов и территорий, на основе которого предложен коэффициент, корректирующий комплексный ущерб от пожаров. Автором предложен простой и универсальный подход к ранжированию территорий, учитывающий неоднородность объектов и территорий, а также выполнено исследование этого явления и его влияния на увеличение комплексного ущерба от пожаров. Перспективным научным направлением в данной области станет исследование комплексной оценки ущерба от пожаров в сельской местности.

**Ключевые слова:** комплексный ущерб, ранжирование, зонирование, комплексная оценка ущерба от пожаров, урбанизированные территории, территориальные зоны, пространственная классификация, неоднородность, функциональное назначение территорий, объекты и территории

### Благодарность

Статья подготовлена в соответствии с Планом НИР Уральского института ГПС МЧС России на 2020 год.

**Для цитирования:** Опарин И. Д., Яшин А. А. Ранжирование урбанизированных территорий при оценке комплексного ущерба от пожаров // Экономика региона. 2020. Т.16, вып. 4. С. 1239-1253. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-4-16>

<sup>1</sup> © Опарин И. Д., Яшин А. А. Текст. 2020.

Ivan D. Oparin <sup>a)</sup>, Aleksandr A. Iashin <sup>b)</sup>

<sup>a)</sup> Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg, Russian Federation

<sup>b)</sup> Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation

<sup>a)</sup> <http://orcid.org/0000-0002-3885-0540>, e-mail: oparinivan@mail.ru

<sup>b)</sup> <http://orcid.org/0000-0002-1932-5302>

## Ranking of Urban Areas for the Comprehensive Assessment of Fire Damage

*One of the most important causes of partial or complete destruction of property is fire. Social and economic damage from fire substantially reduces the regional macroeconomic indicators. Thus, a complete and objective assessment of fire damage is a necessity. We hypothesise that a comprehensive assessment of fire damage significantly depends on the characteristics of areas and facilities, where the fire occurred. Such comprehensive assessment should necessarily include the ranking of urban areas and consider the characteristics of facilities located there. We noted that areas and facilities with heterogeneous functions are characterised by increased fire damage (partial or complete). We applied analytical research methods, as well as classification, typology and ranking methods. Based on a detailed analysis of domestic and foreign experience in the field of zoning and ranking of areas, we created a classification of facilities and areas for the comprehensive assessment of fire damage. As a result, we constructed a map of Ekaterinburg areas, taking into account the issues of the comprehensive assessment of fire damage. On the example of Ekaterinburg, we analysed atypical conjunctions of facilities and areas and proposed an index for adjusting complex fire damage. We suggested a simple and versatile approach to ranking areas that considers the heterogeneity of facilities and areas. Additionally, we analysed this phenomenon and its impact on the comprehensive assessment of fire damage. A promising direction for further research is the examination of the comprehensive assessment of fire damage in rural areas.*

**Keywords:** comprehensive damage, ranking, zoning, comprehensive assessment of fire damage, urbanised territories, territorial zones, spatial classification, heterogeneity, functionality of areas, facilities

### Acknowledgements

*The article has been prepared in accordance with the Research Plan of the Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia for 2020.*

**For citation:** Oparin, I. D. & Iashin, A. A. (2020). Ranking of Urban Areas for the Comprehensive Assessment of Fire Damage. *Ekonomika regiona [Economy of region]*, 16(4), 1239-1253, <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2020-4-16>

### Введение

Переход Российской государства к новому хозяйственному укладу в конце 1980-х — начале 1990-х гг. века вызвал серьезные, а порой — и драматичные изменения в экономической жизни страны. Причем эти изменения коснулись практически всех без исключения сторон хозяйственной жизни. При переходе от плановой модели экономики к экономике свободного рынка особую остроту приобрел вопрос формирования и адекватной оценки не только личной, как это было в эпоху СССР, но и частной собственности. Вопрос об адекватной оценке собственности стал остроактуальным не только для экономических процессов, связанных, например, со сделками купли-продажи собственности, но и для оценки ущерба, связанного с ее повреждением или утратой. Проведение точной и адекватной оценки ущерба от пожаров, без сомнения, требует комплексного подхода.

Социальный и экономический ущерб, наносимый пожарами, снижает макроэкономические показатели территорий и регионов, например, по причине вывода из хозяйственного оборота объектов основных фондов, что, в свою очередь, приводит к значительным объемам недопроизведенной продукции

и упущенной выгоды. Таким образом, можно сделать вывод о том, что в результате ущерба, наносимого пожарами, снижается экономическая эффективность городских и региональных производственно-экономических систем. Следовательно, непременным результатом снижения уровня этой эффективности будет и снижение уровня экономической безопасности территорий и регионов. Недостаточно точная оценка ущерба от пожаров становится причиной неполного устранения их негативных последствий, что в значительной степени усиливает негативное влияние пожаров на уровень экономической безопасности территориально-экономических комплексов.

Восстановление территорий после пожаров должно быть выполнено с учетом оценки влияния всех негативных проявлений этого явления, включая последствия, воздействующие на окружающую среду и социальную сферу общества. Вызванное пожарами нарушение нормального функционирования технических, социальных и экологических систем может проявляться в течение длительного времени (порой это десятки лет) после пожаров и препятствовать стабильному экономическому развитию регионов и территорий.

С каждым годом в Российской Федерации происходит увеличение размеров ущерба от пожаров, который достигает десятков миллиардов рублей в год. С 2007 г. по 2018 г. в нашей стране произошло около 2 млн пожаров, а совокупный прямой материальный ущерб от них, по данным статистики, составил примерно 180 млрд руб.<sup>1</sup> При этом статистическими подсчетами не учитывается косвенный экономический, социально-экономический и эколого-экономический ущерб, поэтому статистические данные не отражают реального ущерба от пожаров.

Расчеты по отдельным пожарам показывают, что косвенный экономический, социально-экономический и эколого-экономический ущерб может превышать прямые потери в три и более раз. Это — весомый аргумент в пользу необходимости разработки методики, позволяющей осуществлять комплексную оценку ущерба от пожаров [1].

Исследования, проводимые в 1990-х гг., посвященные оценке ущерба от пожаров [2, 3], содержат подходы к оцениванию всех видов ущерба (экономический, социально-экономический, эколого-экономический), однако ни один из этих подходов не был реализован в практической деятельности при проведении комплексной оценки ущерба от пожаров.

Имеющиеся на данный момент методики оценки ущерба от пожаров и чрезвычайных ситуаций<sup>2</sup> в большинстве своем имеют рекомендательный характер, являются очень приблизительными и посвящены оценке отдельных видов ущерба, то есть не являются комплексными. Методики, не отличающиеся комплексным характером, не могут гарантировать высокую точность и достоверность итогового результата оценки ущерба от пожаров.

Таким образом, в исследованиях, посвященных оценке ущерба от пожаров, есть понимание того, что назрела проблема разработки комплексной оценки ущерба от пожаров, которая позволит оценить все виды ущерба от пожаров.

Помимо всего прочего, пожары на отличавшихся в функциональном отношении объ-

ектах и территориях приводят к ущербу различного уровня. При этом будут отличаться не только количественные показатели ущерба от пожара, но и его качественный состав (экономический, социально-экономический, эколого-экономический ущербы). Пожары, произошедшие на объектах и территориях, отличающихся неоднородностью (например, пожары на производственных объектах, находящиеся в непосредственной близости от жилой зоны), будут приводить к значительному увеличению ущерба от пожаров.

Таким образом, формируется гипотеза данного исследования, которая заключается в том, что характеристики территорий и объектов, на которых произошел пожар, оказывают существенное влияние на результат комплексной оценки ущерба от пожаров. Проведенное с учетом характеристик объектов ранжирование урбанизированных территорий является важнейшим элементом комплексной оценки ущерба от пожаров.

Исследование взаимодействия объектов и территорий при оценке комплексного ущерба от пожаров невозможно без проведения специального ранжирования территорий, которое в значительной степени будет отличаться от градостроительного зонирования. Районирование городских территорий необходимо осуществлять, в первую очередь, с экономической точки зрения и на основе изучения экономического развития территорий, исходя из последствий возможного пожара.

## Теория

Качественное исследование ранжирования городских территорий при проведении оценки комплексного ущерба от пожаров невозможно без детального изучения основных научных трудов в данной области. В силу того, что исследования, посвященные ранжированию территорий с точки зрения влияния пожаров, весьма малочисленны, большой интерес представляют научные работы, связанные с зонированием территорий при исследовании риска чрезвычайных ситуаций и изучении экономической, социальной и экологической обстановки регионов.

Среди работ ученых эпохи СССР, посвященных районированию, необходимо выделить исследование В. Н. Монокина, проведенное в 1968 г. [4]. Предложенная им методика была основана на внедрении комплексного показателя горимости и легла в основу лесопожарного районирования. Последующие исследования в этой области, проводимые С. В. Залесо-

<sup>1</sup> Пожары и пожарная безопасность в 2011 году. Стат. сб. / Под общ. ред. В. И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2012. 137 с.; Пожары и пожарная безопасность в 2016 году. Стат. сб. / Под общ. ред. Д. М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2017. 124 с.

<sup>2</sup> Единая межведомственная методика оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций техногенного, природного и террористического характера, а также классификации и учета чрезвычайных ситуаций. М., 2004; ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования.

вым [5], показали, что границы лесопожарных районов необходимо своевременно актуализировать в связи с изменением экономической и экологической ситуации. В целом авторами исследований в данной области отмечалась важность проведения районирования, которое повышало эффективность планирования и финансирования пожарной охраны лесных массивов.

Исследование подходов к районированию, определение порядка идентификации и систематизации проблем при выполнении различных видов социально-экономического районирования проводилось в работе В.И. Блануца. В данной работе районирование описывается как процесс выделения районов и их специфики, объединенных основной проблемой или их комплексом. Районирование любого вида может проводиться в рамках различных подходов: проблемного, экспертного, описательного [6, с. 145].

Достаточно часто районирование и ранжирование территорий применяются при исследовании экологических проблем конкретных регионов. В своей работе А.С. Шейнгауз [7] отмечает усиление внимания к районированию в области экологических проблем, излагает основные принципы и методы экологического районирования, а также отмечает появление технической возможности районирования на основе математических методов и применения ЭВМ.

В основу монографии [8] положены взгляды профессора Ф.Н. Рянского на вопросы эколого-экономического районирования территорий. В работе изложены комплексный подход к физико-географическому районированию обширных областей (Урала) и локальных территорий, а также применение современных информационных систем в данной области.

Использование принципов зонирования, основанных на показателях риска возникновения чрезвычайных ситуаций, изложено в работе В.В. Москвичева и А.В. Тридворнова. Авторами данного исследования выполнена оценка отдельных компонентов территориального риска с последующим построением рискоопасных карт объектов инфраструктуры и территорий [9].

В данной научной статье [10, с. 67] авторами М.И. Фалеевым, В.П. Малышевым, А.А. Быковым на основании статистических данных по чрезвычайным ситуациям за длительный период времени «предлагается использовать систему formalизованных критерииов оценки опасности территорий», а также предложен

«подход к ранжированию территорий по уровням природного риска».

В работе В.М. Колодкина [11, с. 18] проводится ранжирование территорий по уровню пожарной защищенности зданий общеобразовательных учреждений, размещенных в пределах территориального образования. Автор считает, что такое «ранжирование позволяет определиться с путями снижения уровня пожарной опасности с учетом существующих финансовых ограничений».

В исследовании А.В. Кострова, Ю.А. Онищенко [12] рассматривались вопросы определения номенклатуры технического оснащения спасательных формирований МЧС России на основании методики ранжирования объектов экономики и территорий, которая опирается на теорию анализа данных.

Разработка методики зонирования территорий при оценке комплексного ущерба от пожара должна осуществляться на основе исследований отечественных ученых и учитывать зарубежный опыт зонирования территорий. Исследование зарубежных авторов Ф. Роя и Й. Ферланда [13] раскрывает проблему зонирования территорий при управлении рисками стихийных бедствий. Авторы считают, что ранжирование территорий до и после чрезвычайных ситуаций является необходимой процедурой предотвращения стихийных бедствий, смягчения их последствий и координации восстановительных операций пострадавших территорий.

Итальянские ученые Г. Бовио, А. Самия [14] предлагают подход к районированию земель на основе статистического анализа данных по пожарам (количество пожаров, количество крупных пожаров, средняя и максимальная площадь пожаров). Многофакторный классификационный подход применяется к административно-географическим единицам, которые на основе статистики по пожарам раскрывают некоторые аспекты пожарной опасности данных территорий.

Статья С. Драгисевича и соавторов [15] посвящена зонированию территорий на основе самых распространенных типов опасных природных явлений. На основании анализа статистических данных была создана интегральная карта природных опасностей территории Сербии, включающая в себя зоны, подверженные землетрясениям, наводнениям, лесным пожарам, засухе, эрозии почвы.

Достаточно обширной областью исследования зарубежных авторов является зонирование территорий, связанное с лесными по-

жарами. Работа С.Д. Кочер и Б. Ван [16] посвящена анализу землепользования во Франции и штате Калифорния с точки зрения угрозы лесных пожаров. Изложенный в статье подход к зонированию заключается в ранжировании территорий на три класса опасности.

Авторы исследования [17] С. Жохнсон Гайтхер, Н. С. Прудял, С. Годдрик применяют территориальное зонирование для установления связи между социальным благополучием территории и риском возникновения лесных пожаров. Авторы считают, что результаты исследования взаимосвязи социального благополучия и риска возникновения пожаров могут использоваться в профилактической деятельности региональных пожарных подразделений.

Работы зарубежных авторов А. Банж Схифиэи, Х. Хейдарлу, М. Ерфаниан [18], А. Теодоро, Л. Даурте [19], Р.К. Иаисвал, С. Мукхеире, К.Д. Райу [20], Р.С. Айин, А.М. Логхин, П.Г. Винод [21] посвящены зонированию территорий с помощью геоинформационных систем. Зонирование природных территорий в соответствии с их подверженностью пожарам помогает снижать катастрофические последствия от этих явлений. В результате данных исследований были составлены карты зонирования риска лесных пожаров, позволяющие прогнозировать лесные пожары и своевременно организовывать борьбу с этими опасными явлениями.

Необходимо заметить, что перечисленные исследования посвящены, главным образом, прогнозированию пожаров и чрезвычайных ситуаций, при этом не учитывают специфику оценки последствий этих опасных явлений и не подходят для ранжирования урбанизированных территорий с точки зрения оценки комплексного ущерба от пожара. Анализ исследований отечественных и зарубежных авторов в области ранжирования и зонирования территорий показал, что данные процессы не изучались с точки зрения оценки комплексного ущерба от пожаров.

### **Данные и методы**

Город Екатеринбург является примером крупной развивающейся городской агломерации с достаточно разнообразной по функциональному назначению инфраструктурой. Екатеринбург является не только крупным бизнес-центром с большим количеством административных зданий, но и крупнейшим промышленно-производственным центром страны с разветвленной транспортной инфраструктурой. Наличие большого коли-

чества высотных зданий, крупных спортивных и развлекательных центров характеризует Екатеринбург как динамично развивающуюся городскую территорию. Учитывая перечисленное, город Екатеринбург был выбран в качестве объекта исследования при проведении ранжирования городских территорий с точки зрения оценки комплексного ущерба от пожаров.

Наиболее приближенным к цели исследования подходом при делении территории города на зоны является ранжирование, основанное на принципах градостроительного зонирования.

Виды и состав территориальных зон города Екатеринбург устанавливаются в соответствии с Градостроительным кодексом<sup>1</sup> и Правилами землепользования и застройки города<sup>2</sup>. На основании данных документов утверждена Карта градостроительного зонирования территории муниципального образования «город Екатеринбург». Территория города на карте разделена на 36 зон, которые для удобства объединены в 8 групп:

- 1) центральные общественно-деловые и коммерческие зоны;
- 2) специальные зоны для осуществления профильных видов деятельности;
- 3) производственные и коммунальные зоны;
- 4) зоны специального назначения;
- 5) жилые зоны;
- 6) сельскохозяйственные зоны;
- 7) природно-рекреационные зоны;
- 8) зоны развития застройки.

Зонирование городских территорий, основанное на градостроительных нормах и правилах землепользования,<sup>3</sup> не позволяет учитывать вопросы, связанные с оценкой ущерба от пожаров. Для подтверждения этого тезиса необходимо провести сравнительный анализ задач и принципов градостроительного зонирования с задачами и принципами районирования, которое требуется для проведения адекватной оценки ущерба от пожаров.

Определение градостроительных условий и ограничений использования городских тер-

<sup>1</sup> Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 года № 190-ФЗ.

<sup>2</sup> О внесении изменений в Решение Екатеринбургской городской Думы от 13 ноября 2007 года № 68/48 «Об утверждении Правил землепользования и застройки городского округа — муниципального образования „город Екатеринбург“». Решение Екатеринбургской городской Думы от 08 дек. 2015 г. № 58/43.

<sup>3</sup> Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 года № 136-ФЗ.

риторий с учетом их перспективного развития и экологической безопасности является основной задачей градостроительного зонирования. «Зонирование не может полностью носить объективный характер, так как напрямую зависит от признаков, выбор которых зависит от целей, задач, приоритетов, а также от опыта самого исполнителя» [22, с. 231].

Градостроительное зонирование учитывает, в первую очередь, функциональное назначение территорий, а также однородность их основных признаков. Такими признаками являются [23, 24]:

- экономические (однородность хозяйственного использования территорий, а также направление их перспективного развития);
- экологические (схожесть территорий по природным качествам и оказываемой на них техногенной нагрузкой);
- социальные (однородность социальных процессов, протекающих с учетом рационального размещения жилого и рекреационного пространства, размещения транспортной инфраструктуры);
- правовые (однородность административных и нормативно-правовых особенностей объекта, правового статуса территорий).

Такое многообразие признаков приводит к появлению достаточно объемной классификации, которая обеспечивает упорядоченное землепользование и эффективную застройку территории города. Классификация, применяемая в градостроительном зонировании, является слишком громоздкой и неудобной для исследования комплексной оценки ущерба от пожара, так как содержит 36 зон. Используемые при градостроительном зонировании принципы не подходят для проведения адекватной и точной оценки последствий пожара. В процессе проведения оценки ущерба от пожаров при делении территорий на зоны, несомненно, следует учитывать их функциональное назначение, однако данный принцип не будет основополагающим. Районирование городских территорий при оценке ущерба от пожаров необходимо проводить, учитывая все виды ущерба от пожара (экономический, социально-экономический, экологический ущербы).

Градостроительное зонирование предполагает разделение территорий с учетом однородности их признаков. Данные признаки в некоторой степени используются и в процессе районирования территории при оценке ущерба от пожара, однако только их использование не позволит

оценить ущерб от пожара с высокой степенью достоверности. Ранжирование территорий при оценке ущерба от пожаров с экономической точки зрения должно осуществляться на основе изучения экономического развития территорий до и после предполагаемого пожара. Важнейшими признаками, необходимыми для районирования, являются экономические показатели территорий и уровень их экономической безопасности. Изменение функционального назначения городских территорий в перспективе, по большому счету, не влияет на деление территорий в проведенном исследовании.

Деление городских территорий, необходимое для оценки ущерба от пожаров, усложняется разнообразием последствий от этих опасных явлений. Влияние пожаров на социальные процессы, протекающие на городских территориях, является одним из важнейших показателей, определяющих их ранжирование. Поэтому зонирование территорий напрямую зависит от социальных последствий пожара (изменение благосостояния граждан, медицинских и демографических показателей населения). Экологические показатели, влияющие на зонирование территорий при оценке ущерба от пожара, во многом схожи с признаками, которые используются при градостроительном зонировании. Основной характеристикой будет являться сравнение экологических показателей реципиентов пострадавшей территории до пожара с аналогичными параметрами окружающей среды после негативного воздействия, а также степень их отклонения.

Проведенный критический анализ показал, что задачи и принципы градостроительного зонирования не подходят для целей оценки комплексного ущерба от пожаров. В результате этого можно сделать следующие выводы:

1. Классификация территорий города, используемая в градостроительном зонировании, является слишком громоздкой и неудобной для исследования комплексной оценки ущерба от пожара.
2. Ранжирование городских территорий при оценке ущерба от пожаров необходимо проводить с учетом всех видов ущерба от пожаров, включая экономические, социальные и экологические последствия.
3. Важнейшими показателями для ранжирования являются экономические, социальные и экологические показатели территорий до и после пожара, а также их уровень экономической безопасности.

## Полученные результаты

В результате проведенного анализа для целей исследования предлагается использовать территориальные зоны, значительно отличающиеся от градостроительных зон [25].

В общественно-деловой зоне в основном располагаются административные и офисные здания. Пожары на данных территориях будут приводить к значительному экономическому (уничтожение технических средств и документов) и социально-экономическому ущербу (гибель и травмирование граждан).

Вокзалы всех видов транспорта будут располагаться в зоне транспортной инфраструктуры. В случае пожара на данных территориях могут быть уничтожены транспортные средства, запасы топлива, сырья и продукции, а также высока вероятность временного ухудшения продовольственного снабжения граждан.

На территории оптовой торговли, как правило, располагается большое количество складских объектов, которые будут уничтожены в случае пожара. Данное обстоятельство является основным фактором, позволяющим объединить зоны оптовой торговли и складских объектов в одну (зона складских объектов и оптовой торговли). Пожары в этой зоне будут сопровождаться значительным экономическим ущербом от утраты продукции и товаров.

Вносить изменения в зону объектов здравоохранения не требуется. Пожары в этой зоне будут сопровождаться потерей дорогостоящего медицинского оборудования и лекарственных средств, массовой гибелью и травмированием людей, косвенным социально-экономическим ущербом, вызванным повреждением или уничтожением медицинских учреждений.

Зона объектов образования характеризуется массовым пребыванием обучаемых, наличием большого количества материальных ценностей. Пожары на данных территориях станут причиной значительного экономического (повреждение или уничтожение технических средств, учебных макетов и оборудования) и социально-экономического ущерба (гибель и травмирование граждан), косвенных социальных последствий, вызванных повреждением или уничтожением медицинских учреждений.

Пожары в зоне крупных культурно-зрелищных и спортивных учреждений могут приводить к значительному экономическому (уничтожение спортивных объектов и объектов, представляющих культурное наследие) и социально-экономическому ущербу (гибель и травмирование граждан).

Пожары в жилой зоне приводят к значительным социально-экономическим последствиям, поэтому обширную типологию жилых зон градостроительного зонирования для достижения целей исследования необходимо объединить в одну зону (жилая зона).

Пожары в зоне производственных объектов могут стать причиной значительного прямого экономического ущерба (уничтожение промышленных установок и сооружений, проектных и конструкторских организаций; различных технических, санитарно-технических и инженерных предприятий), косвенного экономического ущерба (срыв производственных контрактов, ущерб третьим лицам, снижение обороноспособности страны).

Пожары в зоне природных и озелененных территорий сопровождаются значительным экологическим ущербом, который наносится атмосфере, водным и земельным ресурсам, лесным массивам, растительному и животному миру.

Предлагаемая классификация на карте Екатеринбурга представлена на рисунке 1.

Большое влияние на оценку комплексного ущерба от пожаров будет оказывать не только территория, на которой произошел пожар, но и объект, пострадавший от пожара, расположенный на исследуемой территории. Для целей исследования была разработана классификация объектов, представленная в таблице 1.

При проведении комплексной оценки ущерба от пожаров будет учитываться влияние следующих показателей: территория, на которой произошел пожар, объект, на котором произошел пожар, и важность ущербов при различном взаимодействии этих двух составляющих.

При проведении комплексной оценки ущерба от пожаров необходимо учитывать следующие факторы:

- объект и территория, на которой произошел пожар;
- влияние возможных пересечений объектов и территорий на каждый из видов ущерба от пожаров (экономический, социально-экономический и экологический-экономический);
- частота проявлений возможных пересечений, проявляющихся в конкретной городской агломерации.

Последствия пожаров в одной и той же территориальной зоне на двух разных видах объектов могут быть неодинаковы. Пожары, которые происходят на объектах и территориях, не отличающихся однородностью, достаточно часто приводят к наиболее тяжелым послед-

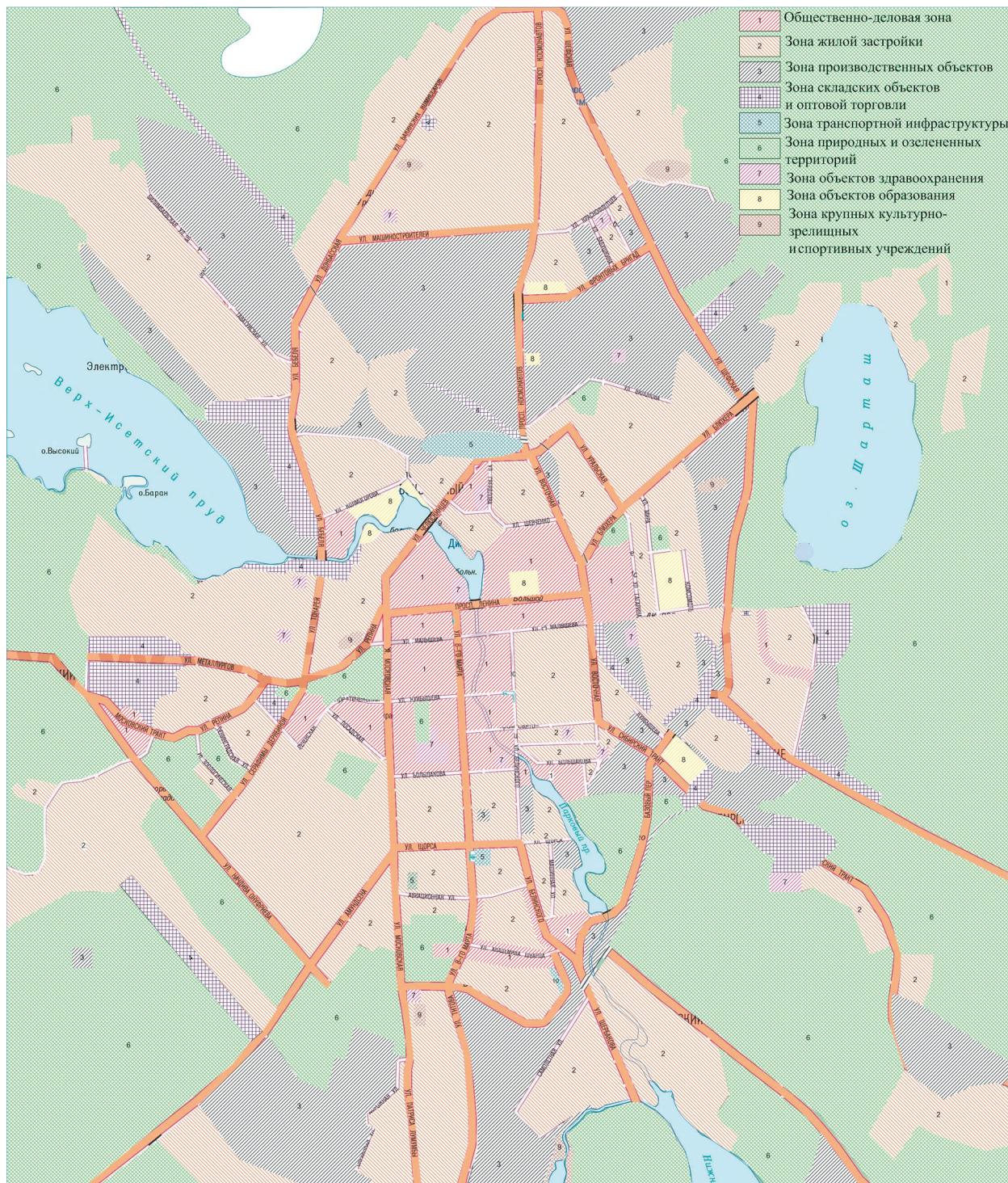


Рис. 1. Карта города Екатеринбурга с предлагаемой пространственной классификацией

Fig. 1. Map of Ekaterinburg with the proposed spatial classification

ствиям (например, пожар на производственном объекте в зоне природных и озелененных территорий). Подобные пожары характеризуются увеличением общего ущерба от пожара, либо отдельных его видов (экономический и / или социально-экономический и / или экологический).

В качестве примера можно рассмотреть пожар на природном и озелененном объекте

в зоне жилой застройки. Подобное пересечение объекта и территории будет приводить к дополнительному увеличению социально-экономического ущерба (снижение рекреационных показателей территории) и экологического ущерба (ухудшение экологической обстановки жилых комплексов), при этом на экономический ущерб от пожаров влияние будет незначительным.

Таблица

Table

Частота нетипичных пересечений объектов на различных территориях города Екатеринбурга

## Frequency of atypical conjunctions of facilities in different areas of Ekaterinburg

Объект	Общественно-деловая зона	Нетипичные пересечения объектов по территории							
		Зона жилой застройки	Зона производственных объектов	Зона складских объектов и оптовой торговли	Зона транспортной инфраструктуры	Зона природных и озелененных территорий	Зона объектов здравоохранения	Зона образования	Зона крупных культурно-образовательных и спортивных учреждений
Общественно-деловые объекты					-Э -СЭ ЭЭ	11 СЭ ЭЭ	12 -СЭ ЭЭ	Э СЭ ЭЭ	
Жилые объекты		1 Э -СЭ ЭЭ				7 4 -СЭ ЭЭ	7 -СЭ ЭЭ	Э СЭ ЭЭ	
Производственные объекты	3 Э -СЭ ЭЭ	22 -СЭ ЭЭ						Э -СЭ ЭЭ	Э СЭ ЭЭ
Складские объекты		4 -Э -СЭ ЭЭ				4 -СЭ ЭЭ	4 -СЭ ЭЭ	Э СЭ ЭЭ	
Объекты предприятий торговли								Э -Э -СЭ ЭЭ	-Э СЭ ЭЭ
Природные и озелененные объекты	13 -Э -СЭ -ЭЭ	16 -СЭ -ЭЭ	2 -СЭ ЭЭ	1 -СЭ -ЭЭ	Э -СЭ -ЭЭ	1 -СЭ -ЭЭ		Э -СЭ -ЭЭ	Э СЭ -ЭЭ
Объекты здравоохранения		1 -СЭ ЭЭ			Э -СЭ ЭЭ	1 -СЭ ЭЭ		2 -СЭ -ЭЭ	2 -СЭ -ЭЭ
Объекты образования		3 -СЭ ЭЭ			Э -СЭ ЭЭ	8 -СЭ ЭЭ			Э -СЭ -ЭЭ
Крупные культурно-образовательные и спортивные объекты		2 -СЭ ЭЭ			Э -СЭ ЭЭ	5 -СЭ ЭЭ			
Объекты жилищно-коммунального хозяйства	-Э -СЭ ЭЭ	5 -СЭ ЭЭ			-Э -СЭ ЭЭ	4 -СЭ ЭЭ		-Э -СЭ ЭЭ	-Э -СЭ ЭЭ

Условные обозначения: -Э — уничтожение объекта приведет к увеличению общего социально-экономического ущерба; -СЭ — уничтожение объекта приведет к увеличению общего экологического ущерба; Э — уничтожение объекта подобного типа не повлияет на экономическое развитие данной территории и общий социально-экономический ущерб; СЭ — уничтожение объекта подобного типа не повлияет на социально-экономическое развитие данной территории и общий эколого-экономический ущерб.

Большое значение при оценке ущерба от пожаров будет иметь частота проявлений возможных пересечений, проявляющихся в конкретном городе. Благодаря своей адаптивности предлагаемое ранжирование может применяться для любого крупного города, поэтому набор комбинаций возможных пересечений объектов и территорий будет индивидуален в каждом отдельном случае. Например, в Екатеринбурге встречаются 4 случая размещения складских и торговых объектов на природных и озелененных территориях.

Изучение влияния объектов и территорий на комплексный ущерб от пожаров невозможно без выявления наиболее нетипичных комбинаций пересечений этих двух категорий. Для выполнения задач исследования необходимо идентифицировать наиболее неблагоприятные варианты пожаров, которые будут приводить к наибольшему ущербу. Пожар, произошедший в офисном здании на территории жилой застройки, не будет сопровождаться значительным комплексным ущербом в силу схожести общественно-деловых и жилых объектов, зон общественно-деловой и жилой застройки. В то же время, пожар на складском объекте, располагающемся в зоне жилой застройки, будет приводить к значительному увеличению комплексного ущерба от пожаров в силу неоднородности данных объектов и территорий.

Выборка наиболее нетипичных пожаров и их последствий с точки зрения объектов и территорий представлена в таблице.

Числовое значение в ячейках таблицы обозначает количество нетипичных пересечений объектов и территорий в городе Екатеринбурге. Отсутствие числа в ячейке означает, что пересечений такого типа в городе Екатеринбурге не выявлено.

Наиболее распространенным видом нетипичных проявлений (табл.) в г. Екатеринбурге являются случаи размещения производственных объектов на территориях жилой застройки, которые проявляются 22 раза.

Ранее автором было проведено исследование [26], которое показало, что оценка ущерба от пожаров в большинстве случаев сводится к определению трех основных видов ущерба: экономического ущерба, социально-экономического ущерба и эколого-экономического ущерба. Каждый из видов ущерба включает в себя прямой и косвенный ущерб, а их совокупность составляет общий ущерб.

Комплексный ущерб от пожаров можно представить в виде формулы 1.

$$Y_k = Y_o^e + Y_o^{c-e} + Y_o^{ek-e}, \quad (1)$$

где  $Y_k$  — комплексный ущерб от пожаров;  $Y_o^e$  — общий экономический ущерб от пожаров;  $Y_o^{c-e}$  — общий социально-экономический ущерб от пожаров;  $Y_o^{ek-e}$  — общий эколого-экономический ущерб от пожаров.

Рассмотренные выше факторы, несомненно, влияют на точность и адекватность результатов оценки ущерба от пожаров, поэтому общий ущерб от пожаров в предлагаемой методике оценки комплексного ущерба от пожаров необходимо скорректировать. Для решения этой задачи в формулу 1 вводятся коэффициенты нетипичности  $k_h^e$  для экономического  $k^e$ , социально-экономического  $k_h^{c-e}$  и эколого-экономического  $k_h^{ek-e}$  ущерба от пожаров.

С учетом предложенных коэффициентов комплексный ущерб будет определяться следующим образом:

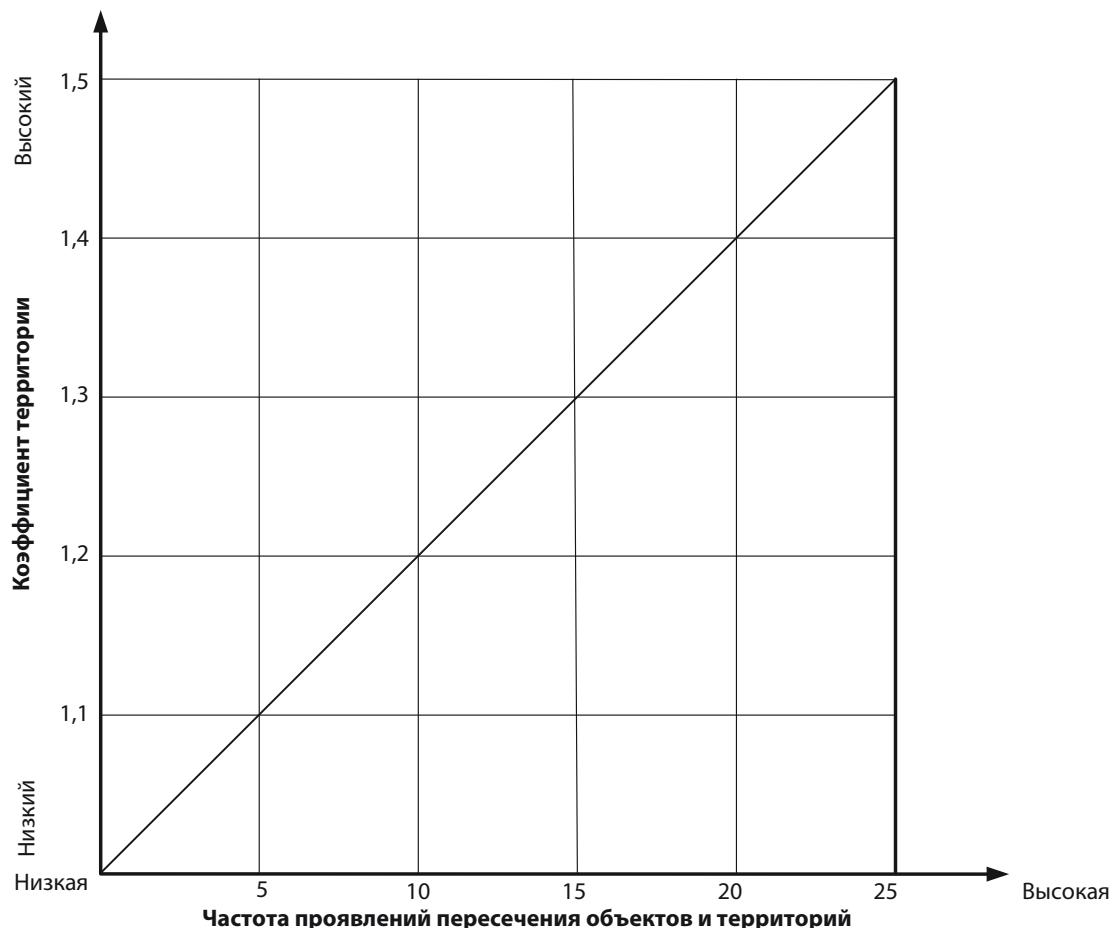
$$Y_k = k_h^e Y_o^e + k_h^{c-e} Y_o^{c-e} + k_h^{ek-e} Y_o^{ek-e}, \quad (2)$$

где  $k_h^e$  — коэффициент нетипичности (экономический ущерб);  $k_h^{c-e}$  — коэффициент нетипичности (социально-экономический ущерб);  $k_h^{ek-e}$  — коэффициент нетипичности (эколого-экономический ущерб).

Предлагаемый коэффициент нетипичности  $k_h$  будет зависеть от вероятных последствий (экономических, социально-экономических, эколого-экономических) для территории города в случае уничтожения объекта по причине пожара, а также от частоты нетипичных пересечений объектов и городских территорий. Зависимость коэффициента от этих двух показателей можно представить в виде графика на рисунке 2.

Очевидно, что коэффициент нетипичности будет увеличиваться при увеличении частоты нетипичных проявлений. Данную зависимость можно объяснить следующим образом. Нетипичность объектов и территорий будет увеличивать ущерб от пожаров, при этом нельзя исключать вероятность возникновения таких пожаров в двух разных местах одновременно. В случае если несколько пожаров такого типа произойдут одновременно или в короткий промежуток времени, ущерб может достигать очень крупных значений для конкретного города (а в некоторых случаях катастрофическим).

Такая зависимость является универсальной и ее можно применить в любом крупном городе нашей страны. В каждом отдельном случае числовые показатели данной зависимости будут разные, так как значения частоты нетипичных пересечений в каждом городе будут индивидуальны.



**Рис. 2.** Зависимость коэффициента нетипичности от частоты нетипичных пересечений объектов на различных территориях

**Fig. 2.** Dependence of the atypicality index on the frequency of atypical conjunctions of facilities in different areas

Максимальное значение частоты пересечений в городе Екатеринбурге достигает 24, поэтому выбрана шкала с максимальным значением по оси абсцисс 25, а в других городах данный диапазон может быть больше или меньше.

Зависимость коэффициента нетипичности от частоты нетипичных пересечений объектов, расположенных на различных территориях города Екатеринбурга, представлена на рисунке 3. Для удобства данную диаграмму необходимо проанализировать на конкретном примере. При пожаре на складе, расположенном в зоне природных и озелененных территорий значений частоты будет равно 5 в соответствии с таблицей 1. Из диаграммы видно, что значению частоты 5 соответствует коэффициент нетипичности с числовым показателем 1,1. Поэтому в случае такого пожара общий социально-экономический ущерб будет увеличен в 1,1 раз.

В настоящее время в нашей стране не ведется статистики по пожарам в случаях различного функционального назначения объектов и территорий, на которых произошел по-

жар. На взгляд авторов, коэффициент нетипичности может значительно увеличивать общий ущерб от пожара, а в некоторых случаях до 100 % и более.

На основании этого для города Екатеринбурга зависимость коэффициента нетипичности от частоты принимает вид линейной зависимости:

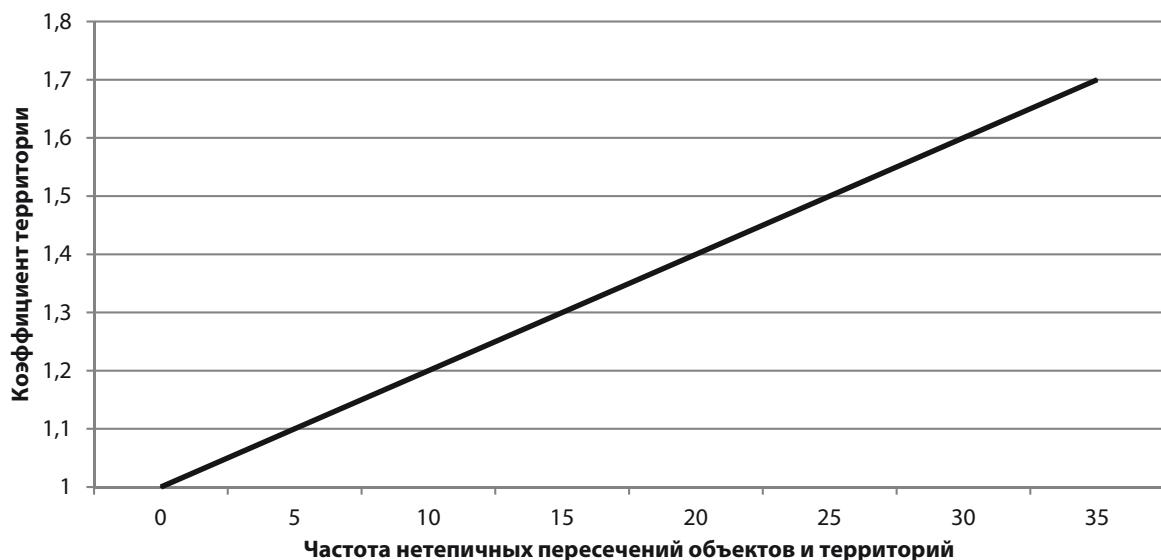
$$k_n = 0,02 \cdot \chi_n + 1, \quad (3)$$

где  $\chi_n$  — частота нетипичных пересечений объектов на различных территориях (экономический ущерб).

Таким образом, использование предлагаемого коэффициента позволит учесть влияние объектов и территорий на все виды ущерба (экономический, социально-экономический, экологический) и, как следствие, значительно повысит точность результатов оценки комплексного ущерба от пожаров.

### Заключение

Проведенное исследование вопросов оценки комплексного ущерба от пожаров подтвер-



**Рис. 3.** Зависимость коэффициента нетипичности от частоты нетипичных пересечений объектов на различных территориях города Екатеринбурга

**Fig. 3.** Dependence of the atypicality index on the frequency of atypical conjunctions of facilities in different areas of Ekaterinburg

дило важность проведения специального ранжирования территорий, особенности которого будут значительно отличаться от градостроительного зонирования. Адекватность и точность оценки ущерба от пожаров невозможно гарантировать без учета территориального размещения объекта и проведения тщательного изучения взаимосвязи нетипичных по функциональному назначению объектов и территорий. Комплексная методика оценки ущерба от пожаров не будет отличаться высокой степенью достоверности без учета всех возможных последствий пожара, которые включают в себя экономический, социально-экономический и экологический ущерб.

В статье проведен литературный обзор отечественных и зарубежных исследований в области районирования и ранжирования территорий. На основе проведенного исследования автором сформулированы основные подходы к ранжированию урбанизированных территорий с целью повышения точности оценки комплексного ущерба от пожаров, составлена классификация объектов и территорий для целей исследования. В ходе проделанной работы автором изучено явление функциональной неоднородности объектов и территорий, а также частота подобных проявлений в городе Екатеринбурге.

Специфические особенности оценки комплексного ущерба от пожаров на территории крупных городских муниципальных образований можно представить в следующем виде:

1. «Пожары на различных объектах и территориях приводят к дифференцированному уровню ущерба» [25, с. 244].

2. Многообразие объектов и территорий значительно осложняет оценку комплексного ущерба от пожаров и становится причиной разнородности видов ущерба (экономический, социально-экономический и эколого-экономический).

3. Пожары на объектах и территориях, отличающихся неоднородностью, приводят к увеличению общего ущерба от пожара либо отдельных его видов (экономический и / или социально-экономический и / или эколого-экономический).

На основании выявленной зависимости впервые предложен коэффициент, учитывающий влияние объектов и территорий возникновения пожара, с целью корректировки полного ущерба от пожаров. Предложенное автором ранжирование отличается простотой и универсальностью и может использоваться различными субъектами оценки при определении комплексного ущерба от пожаров, а также в практической деятельности пожарных подразделений при ведении статистического учета по пожарам. Полученные результаты являются предпосылкой для создания методики оценки комплексного ущерба от пожара. Дальнейшим направлением научной работы станет проведение апробации исследований автора на конкретных пожарах. Проведение экспериментов позволит оценить практическую реализуемость авторской методики, подтвердит ее адекватность и востребованность в оценочной деятельности. Разработанная методика позволит всесторонне и с высокой степенью точности оце-

нивать комплексный ущерб от пожаров на ур- тельной степени повысит их экономическую банизированных территориях, что в значи- безопасность.

### Список источников

1. Микеев А. К. Пожар. Социальные, экономические, экологические проблемы. М. : Ассоциация «Пожнаука», 1994. 385 с.
2. Методологические проблемы обеспечения пожарной безопасности : Сб. науч. тр. / ВНИИ противопожарной обороны; под ред. А. С. Туркова. М. : ВНИИПО, 1991. 240 с.
3. Определение экономических потерь от пожаров. Метод. рекомендации / ВНИИ противопожарной обороны; под ред. А. А. Герасимова. М. : ВНИИПО, 1990. 38 с.;
4. Монокин В. Н. Методика лесопожарного районирования на основе комплексного показателя горимости. На примере Тюменской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Красноярск, 1968. 35 с.
5. Залесов С. В. Лесная пирология : учеб. пособие. Екатеринбург : Уральская государственная лесотехническая академия, 1998. 296 с.
6. Блануца В. И. Проблемный подход к районированию. Построение алгоритма и опыт реализации // География и природные ресурсы. 1989. № 1. С. 145–152.
7. Шейнгауз А. С. Принципы экологического районирования // Мат-лы науч. семинара. Иркутск : Ин-т. Географии СО АН СССР, 1991. С. 152–153.
8. Районирование территорий. Принципы и методы / Под ред. Р. С. Кузнецовой, Г. С. Розенберга, С. В. Саксонова. Тольятти: Анна, 2018. 308 с.
9. Москвичев В. В., Тридворнов А. В. Зонирование территории Красноярского края по степени природного, техногенного и комплексного рисков чрезвычайных ситуаций // Сибирский журнал науки и технологий. 2008. № 2 (19). С. 29–33.
10. Фалеев М. И., Малышев В. П., Быков А. А., Кондратьев-Фирсов В. М. Методологические подходы к зонированию территорий Российской Федерации по уровням риска чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера // Стратегия гражданской защиты. Проблемы и исследования. 2015. № 1 (8). С. 67–90.
11. Колодкин В. М. Ранжирование территорий по уровню пожарной защищенности зданий общеобразовательных учреждений. Безопасность в техносфере. Сб. ст. / Под. ред. В. М. Колодкина. Ижевск : Изд-во «Удмуртский университет», 2011. С. 18–28.
12. Костров А. В., Онищенко Ю. А. Номенклатура технического оснащения спасательных формирований. Методика ранжирования технических объектов. Обоснование обобщенных критериев // Технологии гражданской безопасности. 2019. Т. 16, вып. 1(59). С. 48–52.
13. Roy F., Ferland Y. Land-use planning for disaster risk management // Land Tenure Journal. 2015. Iss. 1. P. 70–103.
14. Bovio G., Camia A. Land Zoning Based on Fire History // International Journal of Wildland Fire. 1997. Iss. 7. P. 249–258.
15. Natural Hazard Assessment for Land-use Planning in Serbia / Dragicevic S., Filipović D., Kostadinov S., Nenad Ž., Andjelkovic G., Abolmasov // International Journal of Environmental Research. 2011. Iss. 5. P. 371–380.
16. Kocher S. D., Butsic, V. Governance of Land Use Planning to Reduce Fire Risk to Homes Mediterranean France and California // Land. 2017. Vol. 6, iss. 2. P. 1–18. DOI:10.3390/land6020024.
17. Wildland fire risk and social vulnerability in the Southeastern United States: An exploratory spatial data analysis approach / C. Johnson Gaither, N. C. Poudyal, S. Goodrick, J.M. Bowker, S. Malone, J. Gan // Forest Policy and Economics. 2011. Vol. 13, iss. 1. P. 24–36. DOI: 10.1016/j.forpol.2010.07.009.
18. Banj Shafiei A., Heidarlu H., Erfanian M. Forest Fire Risk Mapping Using Analytic Hierarchy Process and Frequency Ratio Methods (Case study: Sardasht Forests, NW Iran). // Iranian Journal of Forest and Poplar Research (In Persian). 2014. Vol. 22, iss. 4. P. 559–573.
19. Teodoro A., Duarte L. Forest fire risk maps: A GIS open source application — a case study in Northwest of Portugal // International Journal of Geographical Information Science. 2013. Vol. 27, iss. 4. P. 699–720. DOI: 10.1080/13658816.2012.721554.
20. Forest Fire Risk Zone Mapping From Satellite Imagery And GIS / Jaiswal R. K., Mukherjee S., Raju K. D., Saxena R. // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2002. Vol. 4, iss. 1. P. 1–10. DOI:10.1016/S0303-2434(02)00006-5.
21. Forest Fire Risk Zone Mapping Using RS and GIS Techniques: A Study in Achankovil Forest Division, Kerala, India / Ajin R. S., Loghin, A. M., Vinod P. G., Jacob, M. K. // Journal of Earth, Environment and Health Sciences. 2016. Vol. 2, iss. 3. P. 109–115. DOI:10.4103/2423–7752.199288.
22. Уварова Е. Л. Зонирование как метод территориального планирования // Известия СПбГАУ. 2016. № 44. С. 230–235.
23. Авдотьин Л. Н., Лежава И. Г., Смоляр И. М. Градостроительное проектирование. Учебник для вузов. М. : Стройиздат, 1989. 436 с.
24. Трухачев С. Ю. О целях и задачах градостроительного зонирования в современной отечественной практике // Строительство — 2006. Сб. тез. конф. Ростов-н/Д. : РГСУ, 2006. 77 с.

25. Опарин И.Д., Яшин А.А., Филиппов А.В. Ранжирование городских территорий как инструмент оценки комплексного ущерба от пожаров // Экономика и предпринимательство. 2018. № 1(90). С. 238–245.

26. Опарин И.Д., Яшин А.А., Филиппов А.В. Роль комплексной оценки ущерба от пожаров при определении конкурентоспособности территории // Современная наука. Актуальные проблемы теории и практики. 2018. № 3. С. 58–62. (Экономика и право).

### References

1. Mikeev, A. K. (1994). *Pozhar: Sotsialnye, ekonomicheskie, ekologicheskie problem* [Fire: Social, economic, environmental problems]. Moscow: Assoc. «Pozhnauka», 385. (In Russ.)
2. Turkov, A. S. (Ed.). (1991). *Metodologicheskie problemy obespecheniya pozharnoy bezopasnosti: Sb. nauch. tr.* [Methodological problems of ensuring fire safety: collection of scientific papers]. Moscow: VNIPO, 240. (In Russ.)
3. Gersimov, A. A. (Ed.). (1990). *Opredelenie ekonomiceskikh poter ot pozharov. Metod. Rekomendatsii* [Determination of economic losses from fires. Methodological recommendations]. Moscow: VNIPO, 38. (In Russ.)
4. Monokin, V. N. (1968). *Metodika lesopozharnogo rayonirovaniya na osnove kompleksnogo pokazatelya gorimosti. Na primere Tyumenskoy oblasti: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk* [Methods of forest fire zoning based on an integrated burnability index. On the example of the Tyumen region: abstract of the dissertation of the PhD in Agriculture]. Krasnoyarsk, 35. (In Russ.)
5. Zalesov, S. V. (1998). *Lesnaya pirologiya: uchebnoe posobie* [Forest pyrology: a textbook]. Ekaterinburg: Ural State Forest Engineering University, 296. (In Russ.)
6. Blanutsa, V. I. (1989). Problemnyy podkhod k rayonirovaniyu. Postroenie algoritma i opyt realizatsii [Problematic approach to regionalization. Algorithm construction and implementation experience]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], 1, 145–152. (In Russ.)
7. Sheyngauz, A. S. (1991). Principles of ecological zoning. In: *Materialy nauchnogo seminara* [Materials of the scientific workshop] (pp. 152–153). Irkutsk: Institute of Geography SB AS USSR. (In Russ.)
8. Kuznetsova, R.S., Rozenberg, S. V. & Saksonov, S. V. (Eds.). (2018). *Zoning of territories: principles and methods*. Tolyatti: Anna, 308. (In Russ.)
9. Moskvichev, V. V. & Tridvornov, A. V. (2008). Zoning of territory of Krasnoyarsk region on degree of natural, man-made and complex risks. *Sibirski zhurnal nauki i tekhnologiy* [Siberian Journal of Science and Technology], 2(19), 29–33. (In Russ.)
10. Faleev, M. I., Malyshev, V. P., Bykov, A. A. & Kondratev-Firsov, V. M. (2015). Methodological approaches to the zoning of territories of the Russian Federation according to the risk levels of natural and man-made emergencies. *Strategiya grazhdanskoy zashchity: Problemy i issledovaniya* [Civil protection strategy: Problems and Research], 1(8), 67–90. (In Russ.)
11. Kolodkin, V. M. (2011). Ranking of territories according to the level of fire protection of institutions buildings. In: V. M. Kolodkin (Ed.), *Bezopasnost v tekhnosfere* [Technosphere safety] (pp. 18–28). Izhevsk: Udmurt university. (In Russ.)
12. Kostrov, A. V. & Onishchenko, Yu. A. (2019). The Nomenclature of Technical Equipment of Rescue units: a Methodology for Ranking of Equipment Items (a Rationale for Generalized Criteria). *Tekhnologii grazhdanskoy bezopasnosti* [Civil Security Technology], 16(1(59)), 48–52. (In Russ.)
13. Roy, F. & Ferland, Y. (2015). Land-use planning for disaster risk management. *Land Tenure Journal*, 1, 70–103
14. Bovio, G. & Camia, A. (1997). Land Zoning Based on Fire History. *International Journal of Wildland Fire*, 7, 249–258.
15. Dragicevic, S., Filipovic, D., Kostadinov, S., Ristic, R., Novkovic, I., Zivkovic, N., ... Djurdjic, S. (2017). Natural Hazard Assessment for Land-use Planning in Serbia. *International Journal of Environmental Research*, 5, 371–380.
16. Kocher, S. D. & Butsic, V. (2017). Governance of Land Use Planning to Reduce Fire Risk to Homes Mediterranean France and California. *Land*, 6(2), 1–18. DOI: 10.3390/land6020024.
17. Gaither, C. J., Poudyal, N. C., Goodrick, S., Bowker, J. M., Malone, S. & Gan, J. (2011). Wildland fire risk and social vulnerability in the Southeastern United States: An exploratory spatial data analysis approach. *Forest Policy and Economics*, 13(1), 24–36. DOI: 10.1016/j.forpol.2010.07.009.
18. Banj Shafiei, A., Heidarlu, H. & Erfanian, M. (2014). Forest Fire Risk Mapping Using Analytic Hierarchy Process and Frequency Ratio Methods (Case study: Sardasht Forests, NW Iran). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(4), 559–573. (In Persian)
19. Teodoro, A. C. & Duarte, L. (2013). Forest fire risk maps: a GIS open source application — a case study in Northwest of Portugal. *International Journal of Geographical Information Science*, 27(4), 699–720. DOI: 10.1080/13658816.2012.721554.
20. Jaiswal, R. K., Mukherjee, S., Raju, K. D., & Saxena, R. (2002). Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 4(1), 1–10. DOI: 10.1016/S0303-2434(02)00006-5.
21. Ajin, R. S., Loghin, A. M., Vinod, P. G. & Jacob, M. K. (2016). Forest Fire Risk Zone Mapping Using RS and GIS Techniques: A Study in Achankovil Forest Division, Kerala, India. *Journal of Earth, Environment and Health Sciences*, 2(3), 109–115. DOI: 10.4103/2423-7752.199288.
22. Uvarova, E. L. (2016). Zoning as a method of territorial planning. *Izvestiya SPbGAU* [Izvestiya Saint-Petersburg state agrarian university], 44, 230–235. (In Russ.)
23. Avdotin, L. N., Lezhava, I. G. & Smolyar, I. M. (1989). *Gradostroitelnoe proektirovanie: Uchebnik dlya vuzov* [Urban planning design: a textbook for universities]. Moscow: Stroyizdat, 436. (In Russ.)

24. Trukhachev, S. Yu. (2006). On the goals and objectives of urban planning zoning in contemporary national practice. In: *Sbornik tezisov konferentsii «Stroitelstvo-2006» [Collection of abstracts of the “Construction-2006” conference]* (p. 77). Rostov-on-Don: RGSU. (In Russ.)
25. Oparin, I. D., Yashin, A. A. & Filippov, A. V. (2018). Ranking of urban areas as a tool for the assessment of comprehensive damage from fire. *Ekonomika i predprinimatelstvo [Journal of economy and entrepreneurship]*, 1(90), 238–245. (In Russ.)
26. Oparin, I. D., Yashin, A. A. & Filippov, A. V. (2018). The role of comprehensive assessment of the damage caused by fires in determining the competitiveness of the territory. *Sovremennaya nauka: Aktualnye problemy teorii i praktiki. Seriya: Ekonomika i pravo [Modern Science: actual problems of theory and practice. Series of “Economics and law】*, 3, 58–62. (In Russ.)

### Информация об авторах

**Опарин Иван Дмитриевич** — соискатель Школы ГУП ИнЭУ УрФУ; преподаватель кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств, ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России; <http://orcid.org/0000-0002-3885-0540> (Российская Федерация, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 22; +7 (343) 360-82-43; e-mail: oparinivan@mail.ru)

**Яшин Александр Александрович** — заместитель директора по образованию Школы государственного управления и предпринимательства, Институт экономики и управления, Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, кандидат экономических наук, доцент; Scopus Author ID 57204022535; <http://orcid.org/0000-0002-1932-5302> (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Ленина, 13 А; тел. +7 (343) 371-56-04, 371-10-03, 371-35-26, доб. 182; e-mail: a.a.yashin@urfu.ru).

### About the authors

**Ivan D. Oparin** — PhD Student, School of Public Administration and Entrepreneurship, Graduate School of Economics and Management, Ural Federal University; Lecturer, Department of Fire, Emergency and Rescue Technics and Special Technical Means, Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia; <http://orcid.org/0000-0002-3885-0540> (13 А, Lenina St., Ekaterinburg, 620014; 22, Mira St., Ekaterinburg, 620062, Russian Federation; e-mail: oparinivan@mail.ru).

**Aleksandr A. Iashin** — Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, Deputy Director for Academic Affairs, School of Public Administration and Entrepreneurship, Graduate School of Economics and Management, Ural Federal University; Scopus Author ID: 57204022535; <http://orcid.org/0000-0002-1932-5302> (13 А, Lenina St., Ekaterinburg, 620014, Russian Federation; e-mail: a.a.yashin@urfu.ru).

Дата поступления рукописи: 16.03.2020.

Прошла рецензирование: 25.05.2020.

Принято решение о публикации: 15.09.2020.

Received: 16 Mar 2020.

Reviewed: 25 May 2020.

Accepted: 15 Sep 2020.