

УДК 656.13.658

Автоматизация оценки эколого-экономического ущерба от техногенных пожаров

И. О. Кирильчук¹, А. В. Беседин¹ ✉, А. В. Иорданова¹

¹ Юго-Западный государственный университет
ул. 50 лет Октября 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

✉ e-mail: anabis67@mail.ru

Резюме

Актуальность. В нормативных правовых актах, регулирующих определение экономического ущерба от пожаров, не учитываются потери от воздействия опасных факторов пожара на окружающую среду. Также в методиках определения экологического ущерба отсутствуют соответствующие алгоритмы расчета. Таким образом, для оценки экологического риска пожаров целесообразно определять эколого-экономический ущерб для окружающей среды.

Цель – исследование особенностей процедуры оценки эколого-экономического ущерба от пожаров и разработка программного обеспечения для автоматизации данного процесса.

Задачи: анализ известных методов определения эколого-экономического ущерба от пожаров; разработка алгоритма расчета эколого-экономического ущерба от пожаров, соответствующих программного продукта и базы данных.

Методология. Исследование основано на применении методов объектно ориентированного программирования, методике Л. К. Исaeвой, базирующейся на определении загрязнения воздушной среды по информации об удельных выбросах вредных веществ на единицу сгоревшего материала.

Результаты. В процессе исследования был разработан программный продукт, автоматизирующий процесс расчета эколого-экономического ущерба от пожаров, и электронная реляционная база данных, позволяющая хранить и обрабатывать информацию о жилом фонде муниципальных образований. Имеющаяся информация может использоваться для оценки эколого-экономического ущерба от пожаров в аналогичных населенных пунктах. Заполнение базы данных осуществлялось на основе анализа ряда диссертационных исследований и отчетов о НИР. Апробация программного продукта проведена при определении эколого-экономического ущерба от пожаров в жилых помещениях в г. Курске за 2017 г.

Выводы. Эколого-экономический ущерб от воздействия на окружающую среду пожаров в городской застройке целесообразно принимать во внимание при принятии решений о финансировании мероприятий по пожарной и экологической безопасности населения, экономики и территорий. Необходимо выявлять данный ущерб от загрязнения окружающей среды, оценивать и осуществлять взыскание его с делинквентов.

Ключевые слова: пожар; техногенный пожар; эколого-экономический ущерб; окружающая среда; автоматизация; программный продукт; база данных.

Конфликт интересов: В представленной публикации отсутствует заимствованный материал без ссылок на автора и (или) источник заимствования, нет результатов научных работ, выполненных авторами публикации лично и (или) в соавторстве, без соответствующих ссылок. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.

Для цитирования: Кирильчук И. О., Беседин А. В., Иорданова А. В. Автоматизация оценки эколого-экономического ущерба от техногенных пожаров // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2021. Т. 11, № 3. С. 125–137.

Поступила в редакцию 01.04.2021

Принята к публикации 28.04.2021

Опубликована 30.06.2021

© Кирильчук И. О., Беседин А. В., Иорданова А. В., 2021

Automation of the Assessment of Environmental and Economic Damages from Man-Made Fires

Iraida O. Kirilchuk¹, Andrey V. Besedin¹ ✉, Anastasia V. Iordanova¹

¹ Southwest State University
50 Let Oktyabrya str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

✉ e-mail: anabis67@mail.ru

Abstract

Relevance. The regulatory legal acts governing the definition of economic damage from fires do not take into account losses from the impact of hazardous fire factors on the environment. Also, there are no corresponding calculation algorithms in the methods for determining environmental damage. Thus, in order to assess the ecological risk of fires, it is advisable to determine the ecological and economic damage to the environment.

The purpose is study of the features of the procedure for assessing environmental and economic damage from fires and the development of software to automate this process.

Objectives: analysis of the known methods for determining the ecological and economic damage from fires; development of an algorithm for calculating environmental and economic damage from fires, the corresponding software product and database.

Methodology. The study is based on the application of object-oriented programming methods, LK Isaeva's methodology, based on the determination of air pollution from information on specific emissions of harmful substances per unit of burnt material.

Results. In the course of the research, a software product was developed that automates the process of calculating environmental and economic damage from fires, and an electronic relational database that allows you to store and process information about the housing stock of municipalities. The available information can be used to assess the environmental and economic damage from fires in similar settlements. The database was filled out based on the analysis of a number of dissertation research and research reports. The approbation of the software product was carried out in determining the environmental and economic damage from fires in residential premises in Kursk for 2017.

Conclusions. It is advisable to take into account the ecological and economic damage from the environmental impact of fires in urban development when making decisions on financing measures for fire and environmental safety of the population, economy and territories. It is necessary to identify this damage from environmental pollution, assess and recover it from delinquents.

Keywords: fire; environment; environmental and economic damage; automation; software product; database.

Conflict of interest: In the presented publication there is no borrowed material without references to the author and (or) source of borrowing, there are no results of scientific works performed by the authors of the publication, personally and (or) in co-authorship, without relevant links. The authors declares no conflict of interest related to the publication of this article.

For citation: Kirilchuk I. O., Besedin A. V., Iordanova A. V. Automation of the Assessment of Environmental and Economic Damages from Man-Made Fires. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sotsiologiya. Menedzhment* = *Proceedings of the Southwest State University. Series: Economics, Sociology and Management*. 2021; 11(3): 125–137. (In Russ.)

Received 01.04.2021

Accepted 28.04.2021

Published 30.06.2021

Введение

Пожар – это неконтролируемое горение, уничтожающее или повреждающее материальные ценности, антропогенные и природные объекты, создающее опасность для жизни людей и животных [1].

Экологическая опасность пожаров напрямую зависит от воздействия на окружающую природную среду опасных экологических факторов пожара, к кото-

рым относятся: тепловое загрязнение окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения горящих и перегретых веществ и материалов, пониженная концентрация кислорода, а также загрязнение окружающей среды огнетушащими веществами, смешанными с продуктами горения [2; 3; 4; 5; 6; 7].

Процесс горения любого вещества или материала сопровождается не только

выбросом в окружающую природную среду продуктов горения, но и расходом значительных объемов воздуха. Так, при сгорании 1 м^3 природного газа расходуется 5 м^3 воздуха, 1 кг древесины – $4,2 \text{ м}^3$, 1 кг соломы – $4,6 \text{ м}^3$, 1 кг каменного угля – 8 м^3 воздуха.

Пониженная концентрация кислорода в местах возникновения пожаров является главным поражающим фактором воздействующих на объекты фауны данных мест и приводит к массовой гибели большей части популяций живых организмов, на территории обитания которых произошел пожар. Таким образом, основной процент смертности живых организмов при пожарах обуславливается именно пониженной концентрацией кислорода и в дальнейшем – удушьем. Наряду с токсичными продуктами горения загрязнение атмосферы, водных объектов, почвы может быть вызвано и огнетушащими веществами, которые использовались в процессе тушения пожара.

Особая экологическая опасность пожаров состоит в том, что при возникновении и протекании они могут воздействовать сразу на все компоненты окружающей природной среды: атмосферу, гидросферу, литосферу, флору и фауну [8]. И если негативному воздействию подвергаются не все компоненты окружающей природной среды, то оставшиеся в результате протекания естественных природных процессов подвергаются вторичному воздействию.

Наибольший ущерб получает атмосфера, в которую напрямую выделяются большие объемы токсичных продуктов горения пожарной нагрузки, а помимо это сжигаются огромные объемы кислорода воздуха, пригодного для дыхания человека, животных и необходимого для фотосинтеза растений.

Качественно оценить экологический ущерб от пожаров возможно с использованием схемы, представленной ниже (рис. 1).

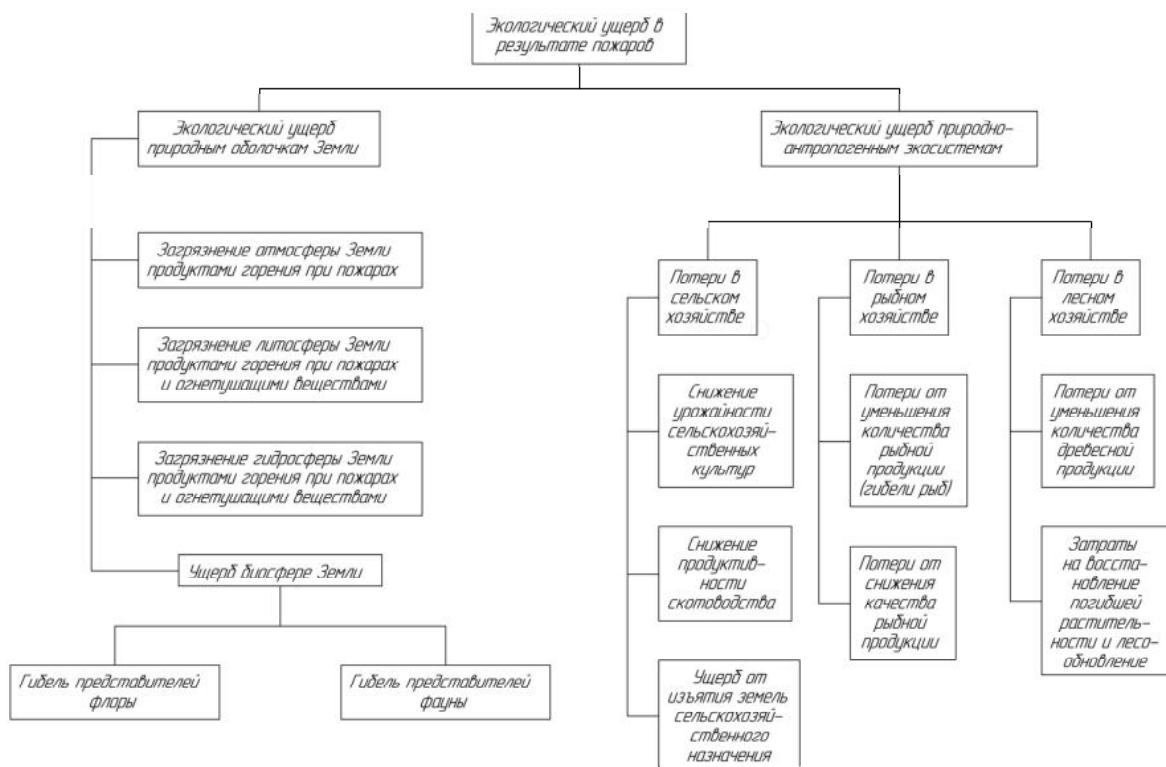


Рис. 1. Негативное воздействие пожаров на окружающую природную среду [9]

Количественно опасность пожаров выражается с помощью оценки негативного воздействия, которая проводится по определенным количественным параметрам экологической опасности, такими параметрами являются пожарный риск и эколого-экономический ущерб [10]. Пожарный риск является параметром пожарной опасности, однако непосредственно он относится только к людям, которые имеют возможность пострадать или погибнуть при пожаре, но с экологической опасностью пожаров этот показатель не связан [11; 12]. Таким образом, основным количественным параметром экологической опасности пожаров является эколого-экономический ущерб.

Однако в актуальных на настоящий момент нормативных правовых актах, регулирующих определение экономического ущерба от пожаров (например, РД 03-496-02 «Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах», др.), не учитываются финансовые потери от негативного воздействия опасных факторов пожара на окружающую среду. Кроме того, данные методики, как правило, носят рекомендательный характер и являются достаточно приблизительными. С другой стороны, в методиках определения экологического ущерба, в том числе причиненного в результате нештатных ситуаций (см., например, Постановление Правительства РФ от 03.03.2017 г. № 255 «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду»; Методика определения предотвращенного экологического ущерба, утвержденная Председателем Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды В. И. Даниловым-Данильяном 30 ноября 1999 г., др.), отсутствуют подробные и прозрачные алгоритмы расчета величины данного ущерба от пожаров в городских агломерациях.

Для идентификации экологического риска пожаров, управления им представ-

ляется целесообразным производить оценку эколого-экономического ущерба от загрязнения окружающей среды в результате возгораний, что в совокупности с прочими мероприятиями позволит обеспечить высокий уровень пожарной и экологической безопасности человека, сохранение его жизни и здоровья, поддержание качества природной среды и снижение воздействия на нее опасных факторов пожара.

Вышеизложенным подтверждается актуальность **цели настоящей работы**, состоящей в исследовании особенностей процедуры оценки эколого-экономического ущерба от пожаров и разработке специального программного обеспечения для автоматизации данного процесса.

Материалы и методы

На рисунке 2 представлены диаграммы распределения количества пожаров по причинам возникновения и объектам, подвергшимся возгоранию. Среди объектов наибольший вклад (70,2 %) вносят здания жилого назначения, в связи с этим особое внимание в данной статье было уделено исследованию экологической опасности техногенных пожаров в жилых помещениях [13; 14].

Одной из наиболее известных методик определения эколого-экономического ущерба от пожаров является методика оценки экологических последствий загрязнения атмосферного воздуха в результате пожаров, предложенная Л. К. Исаевой, которая основана на экспериментальной информации по количеству выбросов токсикантов в атмосферу, приведенной к единице массы сгоревшего материала. Данная методика нашла широкое применение для расчета величины эколого-экономического ущерба от пожаров на различных объектах, как жилых и коммунально-бытовых, так и производственных [15; 16; 17]. Рассмотрим порядок проведения расчетов по данной методике (рис. 3).

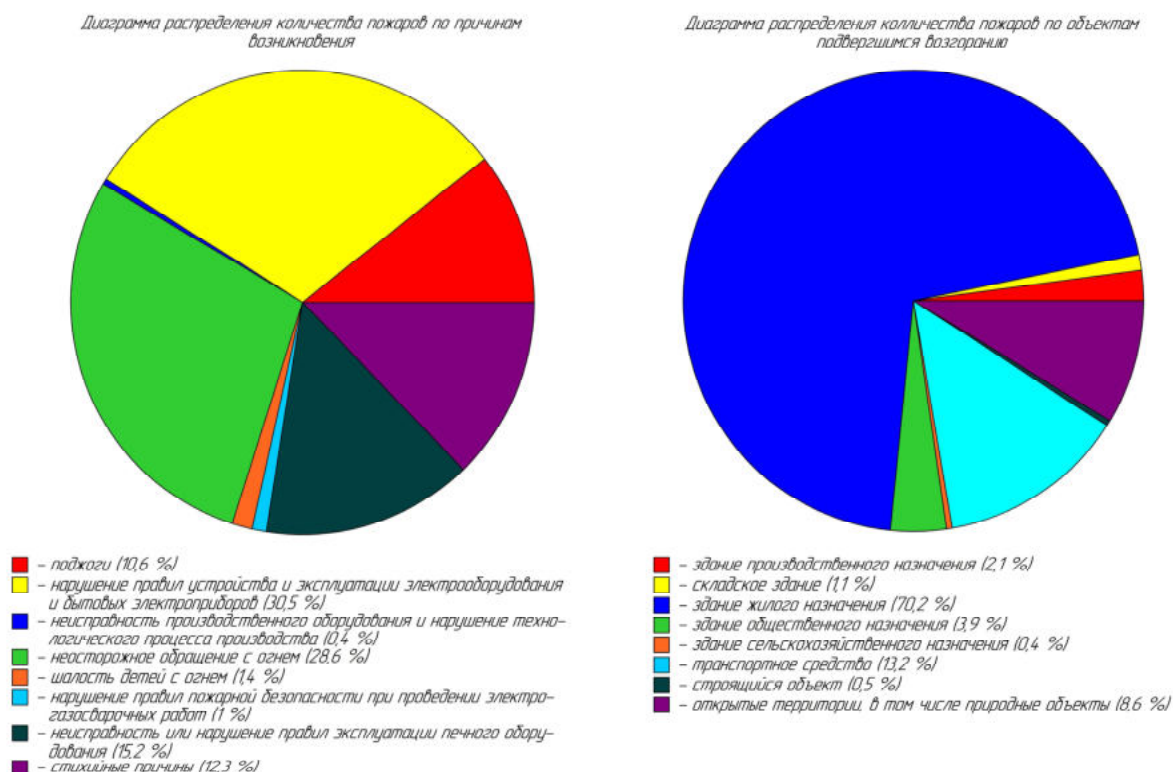


Рис. 2. Диаграммы распределения количества пожаров по причинам возникновения и объектам, подвергшимся возгоранию

Одним из отрицательных факторов, ограничивающих использование данной методики в современных условиях, является сложность компьютеризации соответствующих расчетов, вследствие чего она не была автоматизирована с учетом достигнутого уровня развития программно-аппаратных комплексов: вычисления до сих пор производятся в основном в ручном либо полуавтоматическом режимах на основе информации об уже произошедших пожарах, что существенно увеличивает их трудоемкость и снижает значимость этих расчетов для прогнозирования соответствующих рисков и управления ими. Данный факт, кроме того, обуславливает применимость методики Л. К. Исaeвой в наибольшей степени для определения локальных эколого-экономических последствий пожаров, а не для оценки таковых последствий на уровне субъекта Российской Федерации.

Результаты и их обсуждение

Общее количество токсикантов, выделяющиеся в процессе горения, определяется как сумма произведений массы конкретного сгоревшего материала на величину массы соответствующего образующегося загрязняющего вещества и на показатель относительной опасности загрязнения данным веществом атмосферы над территорией населенного пункта. Масса сгоревшего материала находится по фактическим данным с учетом массовой скорости выгорания горючих и труднгорючих материалов, площади и времени пожара, а также коэффициента полноты горения – этот показатель является важным элементом, необходимым для расчета количества годовых выбросов вредных веществ в атмосферу (т/г), которые, в свою очередь, и определяют величину эколого-экономического ущерба.

Среди факторов, затрудняющих автоматизацию расчета эколого-экономического ущерба в соответствии с методи-

кой Л. К. Исаевой, можно выделить следующие:

– отсутствие программно-аппаратных комплексов, направленных на решение данной задачи и соответствующих современному уровню развития вычислительной техники, программного обеспечения, сетевых технологий;

– трудоемкий и в основном ручной сбор информации о горючей нагрузке жилых зданий и помещений – ее составе, количестве, виде, расположении, степени участия в развитии потенциального пожара, др.;

– установление природы и усредненных значений массы сгоревших материалов.



Рис. 3. Порядок проведения расчета эколого-экономического ущерба от пожаров в зданиях и помещениях

Если проблема создания соответствующего аппаратно-программного комплекса может быть разрешена путем его

разработки специалистами в области вычислительной техники и программирования, то задача автоматизации сбора и об-

поведения научно-исследовательских проектов. В связи с этим была разработана электронная реляционная база данных, предназначенная для хранения и обработки указанной информации. Заполнение базы данных было осуществлено на основе анализа значительного количества диссертационных исследований и отчетов о НИР [18; 19; 20].

Разработанная база данных дает возможность использовать информацию о горючей нагрузке жилых зданий и помещений, массе сгоревших в результате пожаров веществ и материалов в населенных пунктах, для которых указанные показатели уже определены, в целях вы-

числения эколого-экономического ущерба в муниципальных образованиях и населенных пунктах, аналогичных по основным параметрам (вид муниципального образования, населенного пункта, численность проживающего населения, основные виды жилых помещений, их площадь, топология, особенности климата, территориально-урбанистическая структура и т. п.).

На рисунках 5 и 6 представлены структура и визуальное изображение таблиц разработанной базы данных. Эта база данных включает в себя пять таблиц и реализует два запроса.



Рис. 5. Структура базы данных «Горючая нагрузка»

Апробация разработанного программного продукта и базы данных проведена при расчете эколого-экономического ущерба от пожаров в жилых помещениях в г. Курске за 2019 г. (рис. 7).

Процесс состоит из следующих шагов:

- 1) выбор экономического района РФ для г. Курска;
- 2) выбор показателя удельного экономического загрязнения атмосферного воздуха для г. Курска с учетом влияния инфляции;

3) выполнение запроса в базу данных «Горючая нагрузка» по параметрам г. Курска и введение в форму заполнения соответствующих данных о массе сгоревших материалов;

4) проведение расчета и вывод результатов.

Таким образом, эколого-экономический ущерб от пожаров в жилых помещениях в г. Курске за 2019 г. составил приблизительно 3087599,84 руб.

Таблица 1 – Города

Код города	Название	Площадь	Числ.Населения	МассаСгоревшихМатериалов	КодОбласти	Шелкните для добавления
1	Калнинград	225	475056	160	1	
2	Курск	208	458733		2	
(№)						

Таблица 2 – Горючая нагрузка

КодП	Код города	КодП	УглеродМассП	Шелкните для добавления
1	1	1	0.1276	
2	1	2	0.0017	
3	1	3	0.0058	
4	1	4	0.0029	
5	1	5	0.0017	
6	1	6	0.0006	
7	1	7	5.22E-07	
8	1	8	0.0557	
9	2	1	0.1276	
10	2	2	0.0017	
11	2	3	0.0058	
12	2	4	0.0029	
13	2	5	0.0017	
14	2	6	0.0006	
15	2	7	5.22E-07	
16	2	8	0.0557	
(№)				

Таблица 3 – Климатическая зона

КодКЗ	Зона	Шелкните для добавления
1	Тропическая	
2	Субтропическая	
3	Умеренная	
4	Полупустынная	
5	Особая	
(№)		

Таблица 4 – Области

КодОбласти	Область	КодКЗ	Шелкните для добавления
1	Калнинградская	1	
2	Курская	2	
(№)			

Таблица 5 – Продукты горения

КодПГ	ПГ	ПДКссПГ	Шелкните для добавления
1	Оксид углерода	1	
2	Диоксид азота	0,04	
3	Диоксид серы	0,5	
4	Синильная кислота	0,01	
5	Уксусная кислота	0,06	
6	Формальдегид	0,003	
7	Бензапирен	0,000001	
8	Сажа	0,05	
(№)			

Рис. 6. Визуальное изображение базы данных «Горючая нагрузка»

Выводы

Разработка, реализация, наполнение и ведение баз данных о характеристиках сгоревших в результате пожаров горючих и трудногорючих материалов и о горючей нагрузке жилых зданий и помещений, расположенных на территории определенного населенного пункта, привязка этих баз данных к соответствующим программно-аппаратным комплексам – все это позволит решить следующие задачи:

- сбор актуальной информации как в конкретных населенных пунктах, субъектах Российской Федерации, так и в стране в целом;
- снижение трудоемкости процесса расчета эколого-экономического ущерба от пожаров в жилых зданиях (помещениях), а также оценки и управления соответствующими рисками за счет автоматизации наиболее трудозатратных процессов сбора, обработки информации и последующих расчетов;
- определение оценочного потенциального эколого-экономического ущерба

от пожаров и управление соответствующими рисками для субъектов и населенных пунктов Российской Федерации, информация для которых является недостаточной для проведения точных расчетов.

Эколого-экономический ущерб от негативного воздействия на окружающую среду пожаров в городской застройке целесообразно учитывать при принятии решений о финансовом обеспечении мероприятий по пожарной и экологической безопасности населения, экономики и территорий, предусматриваемых как в местных бюджетах муниципальных образований, так и в бюджетах субъектов Российской Федерации и государства в целом. Необходимо выявлять эколого-экономический ущерб от загрязнения окружающей среды в результате возгораний, оценивать и осуществлять взыскание его с делинквентов – физических, должностных, юридических лиц, подобно штрафным санкциям в сфере промышленной и экологической безопасности в случае нештатных ситуаций на производственных объектах.

Расчет эколого-экономического ущерба от пожаров в жилых помещениях г. Курска с использованием программного продукта "Экологический калькулятор" и базы данных "Горючая нагрузка"

1. Выбор экономического района Российской Федерации для г. Курска

Экономический район Российской Федерации
Северный
Северо-Западный
Центральный
Волго-Вятский
Центрально-Черноземный
Подольский
Северо-Кавказский
Уральский
Западно-Сибирский
Восточно-Сибирский
Дальневосточный

Выберите экономический район Российской Федерации:
Центрально-Черноземный

Укажите удельный экономический ущерб в руб/кв.т
0

Укажите массу сгоревших материалов пожарной нагрузки в т
0

Результат: рублей
РАСЧЕТ

Выберите экономический район Российской Федерации:
Центрально-Черноземный

Укажите удельный экономический ущерб в руб/кв.т
550,39

Укажите массу сгоревших материалов пожарной нагрузки в т
160

Результат: 3087599,84рублей
РАСЧЕТ

Результаты запроса по параметрам г. Курска

Пожар	Площадь	Масса сгоревших материалов
Кухня	25	4750,6
Коридор	208	45873,5
Всего		160

Примечание

Параметры запроса определяются основными параметрами города, для которого производится расчет в ближайших границах.

2. Выбор показателя удельного экономического ущерба от загорания атмосферного воздуха для г. Курска

Экономический район Российской Федерации	Показатель удельного экономического ущерба
Северный	46,0
Северо-Западный	62,5
Центральный	74,0
Волго-Вятский	64,0
Центрально-Черноземный	62,8
Подольский	63,7
Северо-Кавказский	68,7
Уральский	67,4
Западно-Сибирский	60,2
Восточно-Сибирский	46,9
Дальневосточный	44,2
Калининградская обл.	61,9

Выберите экономический район Российской Федерации:
Центрально-Черноземный

Укажите удельный экономический ущерб в руб/кв.т
550,39

Укажите массу сгоревших материалов пожарной нагрузки в т
0

Результат: рублей
РАСЧЕТ

Примечание

После выбора показателя экономического ущерба необходимо вычитать его пересчет с учетом влияния инфляции.

4. Проведение расчета и вывод окончательных результатов

Выберите экономический район Российской Федерации:
Центрально-Черноземный

Укажите удельный экономический ущерб в руб/кв.т
550,39

Укажите массу сгоревших материалов пожарной нагрузки в т
160

Результат: 3087599,84рублей
РАСЧЕТ

Ущерб от пожаров в жилых помещениях г. Курска за 2019 год составил 3087599,84 рублей.

Рис. 7. Расчет эколого-экономического ущерба от пожаров в жилых помещениях г. Курска с использованием разработанных программных продуктов

Список литературы

1. Виды пожаров: подробная классификация и характеристика. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/vidyi-pozharov-podrobnaya-klassifikatsiya-i-harakteristika/> (дата обращения: 20.02.2021).
2. Исаева Л. К. Экологические последствия пожаров // Хроника амбера. 2001. № 1 (281). С. 7-8.
3. Кустов М. В. Исследование динамики образования и выпадения кислотных осадков в результате крупных природных и техногенных пожаров // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2016. Т. 1, № 10 (79). С. 11-17.
4. Попов В. П., Колесников И. О., Агапитов В. М. Пути ликвидации медико-санитарных последствий пожаров в техногенной чрезвычайной ситуации // Медицина катастроф. 2008. № 2 (62). С. 7-10.
5. Шахрамьян М. А., Ларионов В. И., Нигметов Г. М. Комплексная оценка риска от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера // Безопасность жизнедеятельности. 2001. № 12. С. 8-14.
6. Дорошенко А. М. К выбору критериев пожарной опасности и экологических последствий пожаров // Региональные проблемы. 2007. № 8. С. 139-143.
7. Роль пожарного мониторинга жилой застройки в обеспечении экологической безопасности населения / Г. С. Захарова, Л. К. Исаева, А. В. Подгрушный, С. В. Соколов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2013. № 1. С. 42-49.
8. Микеев А. К. Пожар. Социальные, экономические, экологические проблемы. М.: Пожарная наука, 1994. 386 с.
9. Юшин В. В., Кирильчук И. О., Гнездилова А. В. Исследование экологической опасности пожаров в жилой застройке и сопутствующих пожарных рисков // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2018. № 3 (28). С. 50-59.
10. Протасов В. В., Попов В. М., Юшин В. В. Технологии противопожарного режима образовательных учреждений // Известия Юго-Западного государственного университета. 2013. № 3(48). С. 193-196.
11. Тимофеев Г. П., Северенчук П. Н., Юшин В. В. Оперативное дистанционное подавление пожаров на энергетических объектах и атомных электростанциях с использованием сканирующих установок // Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 5-1(38). С. 175-177.
12. Тимофеев Г. П., Северенчук П. Н., Юшин В. В. Аспекты применения сканирующих пусковых установок для тушения пожаров на энергетических опасных объектах // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2016. № 4(21). С. 75-81.
13. Причины и последствия техногенных пожаров. URL: <https://protivpozgara.com/tipologija-teorija/tehnogennye-pozhary> (дата обращения: 11.03.2021).
14. Статистика пожаров в Российской Федерации за 2017. URL: <http://www.mchs.gov.ru/activities/stats/Pozhary> (дата обращения: 12.03.2021).
15. Исаева Л. К. Проблемы оценки эколого-экономического ущерба от пожаров // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1990. № 2. С. 36-39.
16. Трухачева М. В., Зайцев А. М. Оценка ущерба от пожаров в зданиях и сооружениях от повреждений строительных конструкций // Студент и наука. 2017. № 1. С. 217-226.
17. Эколого-экономическая оценка загрязнения атмосферы в результате пожаров на объектах техносферы Иркутской области / С. С. Тимофеева, В. В. Гармышев, Е. А. Кузьмичева, А. И. Черных // XXI век. Техносферная безопасность. 2017. Т. 2, № 3 (7). С. 57-68.
18. Самойлов Д. Б., Кафидов В. В. Проблемы пожарной безопасности жилищного фонда больших городов // Обеспечение организационно-управленческой деятельностью Государственной противопожарной службы: сборник научных трудов / Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны. М., 2000. 72 с.
19. Экологические последствия пожаров в жилой застройке городов. URL: <http://docplayer.ru/32145975-Sulimenko-vladimir-anatolevich-ekologicheskie-posledstviya-pozharov-v-zhiloy-zastroyke-gorodov.html> (дата обращения: 11.03.2021).
20. Расчет степени загрязнения окружающей среды при пожарах в жилом секторе по отношению к штатным выбросам объектов хозяйственной деятельности. URL: http://studbooks.net/1018347/ekologiya/raschet_stepeni_zagryazneniya_okruzhayuschey_sredy_pozharah_zhilom_sektore_ot_nosheniyu_shtatnym_vybrosam_obektov (дата обращения: 14.03.2021).

References

1. Vidy pozharov: podrobnaya klassifikatsiya i kharakteristika [Types of fires: detailed classification and characteristics]. Available at: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/vidyi-pozharov-podrobnaya-klassifikatsiya-i-harakteristika/>. (accessed 20.02.2021)
2. Isaeva L. K. Ekologicheskie posledstviya pozharov [Ecological consequences of fires]. *Hronika ambara = Chronicle of Amber*, 2001, no. 1 (281), pp. 7-8.
3. Kustov M. V. Issledovanie dinamiki obrazovaniya i vypadeniya kislotnykh osadkov v rezul'tate krupnykh prirodnykh i tekhnogennykh pozharov [Investigation of the dynamics of formation and precipitation of acid precipitation as a result of large natural and man-made fires]. *Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovykh tekhnologij = Eastern European Journal of Advanced Technologies*, 2016, no. 10 (79), pp. 11-17.
4. Popov V. P., Kolesnikov I. O., Agapitov V. M. Puti likvidatsii mediko-sanitarnykh posledstviy pozharov v tekhnogennoi chrezvychainoi situatsii [Ways to eliminate the medical and sanitary consequences of fires in a technogenic emergency]. *Medicina katastrof = Medicine of Catastrophes*, 2008, no. 2 (62), pp. 7-10.
5. Shakhramanyan M. A., Larionov V. I., Nigmatov G. M. Kompleksnaya otsenka riska ot chrezvychaynykh situatsii prirodnogo i tekhnogennogo kharaktera [Comprehensive risk assessment from natural and technogenic emergencies]. *Bezopasnost' zhiznedeystel'nosti = Life Safety*, 2001, no. 12, pp. 8-14.
6. Doroshenko A. M. K vyboru kriteriev pozharnoi opasnosti i ekologicheskikh posledstviy pozharov [On the selection of fire hazard criteria and environmental consequences of fires]. *Regional'nye problemy = Regional Problem*, 2007, no. 8, pp. 139-143.
7. Zakharova G. S., Isaeva L. K., Podgrushny A. V., Sokolov S. V. Rol' pozharnogo monitoringa zhiloi zastroyki v obespechenii ekologicheskoi bezopasnosti naseleniya [The Role of fire monitoring of residential development in ensuring environmental safety of the population]. *Pozhary i chrezvychajnye situatsii: predotvrashchenie, likvidatsiya = Fires and Emergencies: Prevention, Elimination*, 2013, no. 1, pp. 42-49.
8. Mikeev A. K. Pozhar. Sotsial'nye, ekonomicheskie, ekologicheskie problemy [Fire. Social, economic, and environmental problems]. Moscow, Pozharnaya Nauka Publ., 1994. 386 p.
9. Yushin V. V., Kirilchuk I. O., Gnezdilova A. V. Issledovanie ekologicheskoi opasnosti pozharov v zhiloi zastroyke i soputstvuyushchikh pozharnykh riskov [Investigation of the environmental hazard of fires in residential buildings and related fire risks]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii = Proceedings of the Southwest State University. Series: Engineering and Technologies*, 2018, no. 3 (28), pp. 50-59.
10. Protasov V. V., Popov V. M., Yushin V. V. Tekhnologii protivopozharnogo rezhima obrazovatel'nykh uchrezhdenii [Technologies of fire prevention of educational institutions]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii = Proceedings of the Southwest State University*, 2013, no. 3 (48), pp. 193-196.
11. Timofeev G. P., Severenchuk P. N., Yushin V. V. Operativnoe distantsionnoe podavlenie pozharov na energeticheskikh ob'ektakh i atomnykh elektrostantsiyakh s ispol'zovaniem skaniruyushchikh ustanovok [Operational remote suppression of fires at power facilities and nuclear power plants using scanning installations]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii = Proceedings of the Southwest State University*, 2011, no. 5-1(38), pp. 175-177.
12. Timofeev G. P., Severenchuk P. N., Yushin V. V. Aspekty primeneniya skaniruyushchikh puskovykh ustanovok dlya tusheniya pozharov na energeticheskikh opasnykh ob'ektakh [Aspects of using scanning launchers for extinguishing fires at energy hazardous facilities]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii = Proceedings of the Southwest State University. Series: Engineering and Technologies*, 2016, no. 4 (21), pp. 75-81.
13. Prichiny i posledstviya tekhnogennykh pozharov [Causes and consequences of man-made fires]. Available at: <https://protivpozhara.com/tipologija/teorija/tehnogennye-pozhary>. (accessed 11.03.2021)
14. Statistika pozharov v Rossiiskoi Federatsii za 2017 [Fire Statistics in the Russian Federation for 2017]. Available at: <http://www.mchs.gov.ru/activities/stats/Pozhari>. (accessed 12.03.2021)

15. Isaeva L. K. Problemy otsenki ekologo-ekonomicheskogo ushcherba ot pozharov [Problems of assessing environmental and economic damage from fires]. *Problemy bezopasnosti pri chrezvychajnyh situatsiyah* = *Safety Issues in Emergency Situations*, 1990, no. 2, pp. 36-39.

16. Trukhacheva M. V., Zaitsev A.M. Otsenka ushcherba ot pozharov v zdaniyakh i sooruzheniyakh ot povrezhdenii stroitel'nykh konstruktov [Assessment of damage from fires in buildings and structures from damage to building structures]. *Student i nauka* = *Student and Science*, 2017, no. 1, pp. 217-226.

17. Timofeeva S. S., Garmyshev V. V., Kuzmicheva E. A., Chernykh A. I. Ekologo-ekonomicheskaya otsenka zagryazneniya atmosfery v rezul'tate pozharov na ob'ektakh tekhnosfery Irkutskoi oblasti [Ecological and economic assessment of atmospheric pollution as a result of fires at the objects of the technosphere of the Irkutsk region]. *XXI vek. Tekhnosfernaya bezopasnost'* = *XXI Century. Technosphere Security*, 2017, vol. 3, no. 7, pp. 57-68.

18. Samoilov D. B., Kafidov V. V. [Problems of fire safety of housing stock of big cities]. Obespechenie organizatsionno-upravlencheskoi deyatel'nost'yu Gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby. Sbornik nauchnykh trudov [Providing organizational and managerial activities of the State fire service. Collection of scientific papers]. Moscow, Vserossiiskii ordena "Znak Pocheta" nauchno-issledovatel'skii institut protivopozharnoi oborony Publ., 2000. 72 p. (In Russ.)

19. Ekologicheskie posledstviya pozharov v zhiloi zastroike gorodov [Ecological consequences of fires in residential buildings of cities] Available at: <http://docplayer.ru/32145975-Sulimenko-vladimir-anatolevich-ekologicheskie-posledstviya-pozharov-v-zhiloy-zastroyke-gorodov.html>. (accessed 11.03.2021)

20. Raschet stepeni zagryazneniya okruzhayushchei sredy pri pozharakh v zhilom sektore po otnosheniyu k shtatnym vybrosam ob'ektov khozyaistvennoi deyatel'nosti [Calculation of the degree of environmental pollution during fires in the residential sector in relation to the regular emissions of economic activities]. Available at: http://studbooks.net/1018347/ekologiya/raschet_stepeni_zagryazneniya_okruzhayushchey_sredy_pozharah_zhilom_sektore_otnosheniyu_shtatnym_vybrosam_obektov. (accessed 14.03.2021)

Информация об авторах / Information about the Authors

Кирильчук Ираида Олеговна, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны труда и окружающей среды, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: iraida585@mail.ru,
ORCID: 0000-0001-8636-9340,
Researcher ID: N-8966-2016

Iraida O. Kirilchuk, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Labor Protection and Environment, Southwest State University, Kursk, Russian Federation,
e-mail: iraida585@mail.ru,
ORCID: 0000-0001-8636-9340,
Researcher ID: N-8966-2016

Беседин Андрей Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны труда и окружающей среды, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: anabis67@mail.ru,
ORCID: 0000-0002-6841-4555,
Researcher ID: AAQ-8310-2021

Andrey V. Besedin, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Labor Protection and Environment, Southwest State University, Kursk, Russian Federation,
e-mail: anabis67@mail.ru,
ORCID: 0000-0002-6841-4555,
Researcher ID: AAQ-8310-2021

Иорданова Анастасия Владимировна, аспирант, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: asy.gnezdilova@yandex.ru,
ORCID: 0000-0001-7780-497X

Anastasia V. Iordanova, Post-Graduate Student, Southwest State University, Kursk, Russian Federation,
e-mail: asy.gnezdilova@yandex.ru,
ORCID: 0000-0001-7780-497X