

*На правах рукописи*



**Байгалмаа Энхтүвшин**

**МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМЫ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ  
БЕЗОПАСНОСТЬЮ МОНГОЛИИ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ПОЖАРНЫХ  
РИСКОВ**

Специальность: 05.13.10 – «Управление в социальных и экономических  
системах» (технические науки)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Москва – 2020

Работа выполнена на кафедре управления и экономики ГПС (в составе научно-образовательного комплекса организационно-управленческих проблем ГПС) ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России».

Научный руководитель: **Присяжнюк Николай Леонидович**,  
заслуженный работник высшей школы РФ,  
кандидат технических наук, доцент,  
профессор кафедры управления и экономики  
ГПС ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России»

Официальные оппоненты: **Тараканов Денис Вячеславович**,  
доктор технических наук, профессор кафедры  
пожарной тактики и основ АСДНР учебно-научного  
комплекса пожаротушения ФГБОУ ВО «Ивановская  
пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России»

**Власов Константин Сергеевич**,  
кандидат технических наук, начальник отдела  
разработки мероприятий по поддержке принятия  
решений ФГБУ «Всероссийский ордена «Знак  
Почета» научно-исследовательский институт  
противопожарной обороны» МЧС России.

Ведущая организация: ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский  
институт по проблемам гражданской обороны и  
чрезвычайных ситуаций МЧС России»  
(Федеральный центр науки и высоких технологий)

Защита состоится «16» декабря 2020 г. 14:00 на заседании  
диссертационного совета Д 205.002.01 в Академии Государственной  
противопожарной службы МЧС России по адресу: 129366, Москва,  
ул. Б. Галушкина, 4, зал диссертационного совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Академии  
Государственной противопожарной службы МЧС России и на сайте:  
<https://academygps.ru/nauka-5/dissertatsionnye-sovety-774/dissertatsionnyy-sovet-d-205-002-01--816/zashchity-dissertatsiy-1023/>

Автореферат разослан «14» октября 2020 г.

Отзыв на автореферат с заверенной подписью и печатью просим направить  
в Академию Государственной противопожарной службы МЧС России по  
указанному адресу.

Учёный секретарь  
диссертационного совета  
кандидат технических наук, доцент



Р.Ш. Хабибулин

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность и степень проработанности проблемы.** Диссертационная работа посвящена решению актуальной задачи по управлению пожарными рисками Монголии на основе моделей и алгоритмов. Базовыми при этом выступают нормативные значения пожарных рисков и оценка интегральных социально-экономических показателей пожарного риска (ИСЭППР). Проблемы обеспечения пожарной безопасности на объектах и территории Монголии становятся с каждым днем все более актуальными. В начале XXI века наблюдается стабильно высокий экономический рост по всему миру, включая и Монголию, при этом тенденция роста ежегодно составляет около 6-8 %. Тенденция такого роста тесно связана с увеличением потребления электрической энергии, производственным ростом промышленной и горнодобывающей отраслей, ростом в строительном секторе и других секторах, что сопутствует и росту пожарной опасности в стране. В то же время, несмотря на рост благосостояния народа Монголии и увеличение уровня защищенности от пожаров, в стране наблюдается высокий уровень индивидуального пожарного риска, который за последние годы составляет более  $14 \cdot 10^{-6} \left[ \frac{\text{жертва}}{\text{чел.год}} \right]$ . По данным статистики в период 2004-2018 г. в Монголии произошло 46796 пожаров (ежегодный средний показатель около 2811 пожаров), погибло 949 человек (ежегодно около 62 погибших) и травмированы 632 человека, материальные потери от пожаров составили около 114 млрд. тугриков (2,9 млрд. руб.). Эти данные свидетельствуют о необходимости совершенствования систем обеспечения пожарной безопасности в стране на базе научно обоснованных решений.

В ряде стран (Великобритания, Нидерланды, Россия, Чехия) многие научные разработки базируются на законодательно установленном нормативном значении допустимых пожарных рисков. В Монголии отсутствует соответствующее нормативное значение, что затрудняет правильное решение задач по обоснованному обеспечению пожарной безопасности отдельных объектов и административно-территориальных единиц страны.

В разные годы проблемой оценки уровней пожарной опасности и оценкой пожарных рисков занимались многие ученые и специалисты. К ним относятся: Н.Н. Брушлинский, Н.Г. Топольский, А.А. Быков, С.В. Соколов, В.А. Минаев, А.В. Матюшин, Е.А. Мешалкин, Г.Х. Харисов, А.В. Фирсов, Н.Л. Присяжнюк, Е.А. Клепко, Beck V.R., Benichou N., Hall J.R., Yung D. и многие другие. Их усилиями создана развитая информационно-методическая база применения современного количественного инструментария управления пожарными рисками.

В этих исследованиях проработаны вопросы оценки пожарных рисков, влияние оперативного и стратегического управления пожарно-спасательными подразделениями на их снижение. Научные результаты вышеперечисленных специалистов положены в основу настоящего исследования. Однако изученность вопросов в области пожарных рисков не является исчерпывающей.

**Объект исследования** – система обеспечения и управления пожарной безопасностью административно-территориальных единиц Монголии, а **предмет**

**исследования** – модель и алгоритмы поддержки принятия решений в управлении пожарными рисками.

**Цель исследования** – разработка модели и алгоритмов управления пожарными рисками в Монголии для повышения эффективности управленческих решений по выбору комплекса противопожарных мероприятий.

Достижение поставленной цели требует решения следующих научно-практических задач:

- изучить статистические данные о пожарах в Монголии и в её отдельных административно-территориальных единицах;

- изучить интегральные социально-экономические показатели пожарных рисков в административно-территориальных единицах Монголии (в 21 провинции (аймаке) и 5 регионах) для выявления этих единиц с самым высоким уровнем пожарной опасности;

- обосновать верхний и нижний предельные уровни индивидуального пожарного риска и его нормативное значение для Монголии с целью совершенствования управления системой обеспечения пожарной безопасности. Разработать алгоритм определения верхнего и нижнего предельных уровней индивидуального пожарного риска и алгоритм определения нормативной величины индивидуального пожарного риска;

- разработать обоснованные предложения по совершенствованию систем обеспечения пожарной безопасности наиболее пожароопасных аймаков (провинций) Монголии на основе предложенной модели управления пожарными рисками АТЕ Монголии.

**Научная новизна работы** заключается в следующем:

1. Впервые обоснована нормативная величина индивидуального пожарного риска для Монголии.

2. Получены значения частных пожарных рисков и интегральных социально-экономических показателей пожарных рисков административно-территориальных единиц Монголии и разработан алгоритм управления ими.

3. Разработан алгоритм расчета верхнего и нижнего уровней индивидуального пожарного риска и его конкретного нормативного значения для Монголии.

4. На основе предложенной модели управления пожарными рисками АТЕ Монголии определены места дислокации подразделений пожарной охраны региона Монголии, что позволило снизить уровень пожарной опасности её административно-территориальной единицы.

**Теоретическая и практическая значимость работы** заключается в том, что обоснованная величина нормативного индивидуального пожарного риска для Монголии, полученные значения частных пожарных рисков и интегральных социально-экономических показателей пожарных рисков административно-территориальных единиц Монголии позволяют совершенствовать принятие взвешенных управленческих решений по снижению её пожарной опасности.

**Материалы диссертационной работы реализованы:**

1. В работе управления по чрезвычайным ситуациям г. Улан-Батора.

2. В учебном процессе института управления чрезвычайными ситуациями

Университета внутренних дел Монголии.

3. В учебном процессе Академии ГПС МЧС России при подготовке фондовых лекций по дисциплине «Экономическая оценка управленческих решений».

4. В планировании мероприятий по развитию территориальных органов Государственного агентства чрезвычайных ситуаций Монголии.

5. В задачах управления пожарными рисками департамента пожарной безопасности Государственного агентства чрезвычайных ситуаций Монголии.

Практическое применение результатов исследования подтверждено актами внедрения.

**Методология и методы исследования.** Основными методами исследования являются: методы системного анализа, математической статистики, математического моделирования.

**Личный вклад автора.** Все основные результаты в данной работе получены автором, который непосредственно принимал участие в постановке задач, выборе объектов исследования, в получении, обсуждении и интерпретации результатов.

**На защиту выносятся:**

1. Алгоритм и модель обоснования нормативной величины индивидуального пожарного риска для Монголии.

2. Результаты исследований частных пожарных рисков и интегральных социально-экономических показателей пожарных рисков в административно-территориальных единицах Монголии.

3. Обоснованность числа и мест дислокации подразделений пожарной охраны центральной части города Улан-Батора.

4. Алгоритм управления пожарными рисками по совершенствованию пожарной безопасности административно-территориальных единиц Монголии.

**Достоверность** полученных результатов обеспечивается применением апробированного математического аппарата, корректным использованием исходных данных, согласованностью полученных результатов с результатами работ других исследователей, удовлетворительной сходимостью теоретических и экспериментальных результатов.

**Апробация работы.** Основные результаты диссертационной работы представлены в комплексных и индивидуальных докладах в рамках пяти конференций, в числе которых:

- XXVI Международная научно-техническая конференция «Системы безопасности – 2017» (г. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2017 г.);

- XXVII и XXIX международные научно-практические конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь» (Академия гражданской защиты МЧС России, 2017 г. и 2019 г.);

- VII и VIII международные научно-практические конференции молодых ученых и специалистов "Проблемы техносферной безопасности" (Академия ГПС МЧС России, 2018 – 2019 гг.).

**Публикации.** По теме исследования опубликовано 11 научных работ, из них 4 в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК для публикации

основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата, доктора наук. Две работы опубликованы в единоличном авторстве.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы и 1 приложения. Содержание работы изложено на 185 страницах текста, включает в себя 62 таблицы, 68 рисунков, список литературы из 144 наименований.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования и степень ее разработанности, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования, показана научная новизна работы, ее теоретическая и практическая значимость, описаны методология и методы исследования, а также степень достоверности и апробация результатов.

**В первой главе** «Общие тенденции и анализ динамики пожарной обстановки в Монголии» представлен сравнительный анализ показателей пожарной опасности в Монголии. Получены теоретические зависимости ряда показателей, характеризующие пожарные риски.

Для подбора аппроксимирующих функций динамических (временных) рядов после визуальной оценки случайных чисел количества пожаров, гибели людей и ущерба от пожаров по годам, рассматривались функции следующих видов:

$$y = f(x) = ax + b; \quad (1)$$

$$y = f(x) = a \cdot e^{b \cdot x}; \quad (2)$$

$$y = f(x) = a_2 x^2 + a_1 x + a_0. \quad (3)$$

Результаты расчётов аппроксимирующих функций количества пожаров, гибели людей и ущерба от пожаров получены с использованием метода наименьших квадратов.

Анализ данных позволяет сделать вывод о том, что для всех трёх случайных чисел (количество пожаров, гибель людей, материальный ущерб) наиболее подходящей является полиномиальная аппроксимирующая функция (полином второй степени) вида  $y = f(x) = a_2 x^2 + a_1 x + a_0$ .

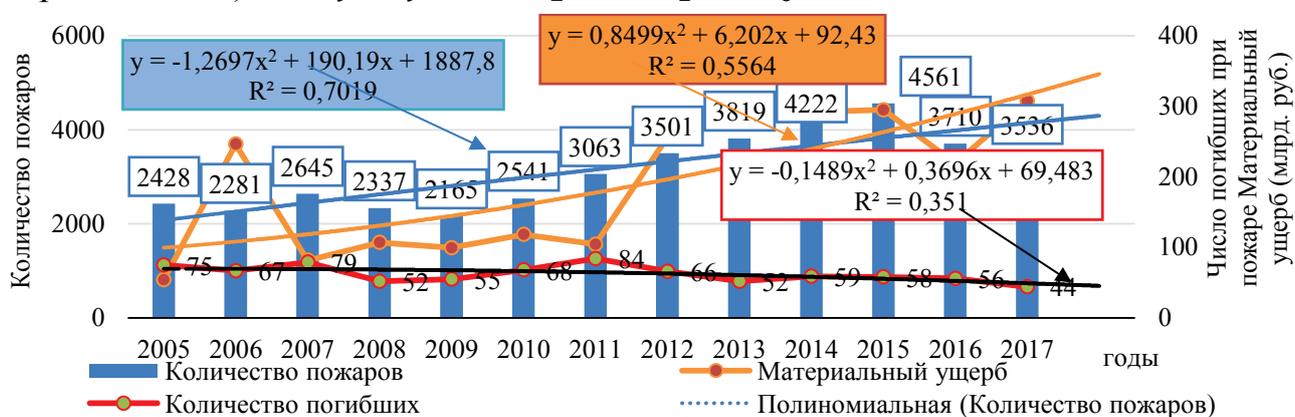


Рисунок 1 – Результаты анализа пожарной обстановки в Монголии за период 2005-2017

На основе анализа пожарной статистики с 2005 г. по 2017 г. установлены прогнозные оценки на 2018-2019 г.

**Анализ сил и средств подразделений пожарной охраны Монголии.** В настоящее время в городе Улан-Баторе одно пожарное депо в среднем обслуживает территорию  $58,4 \text{ км}^2$ , на которой проживают примерно 104,5 тыс. человек, что является одним из самых высоких показателей среди крупных городов мира. Площади обслуживания одним пожарным депо в крупных городах мира представлены на рисунке 2.

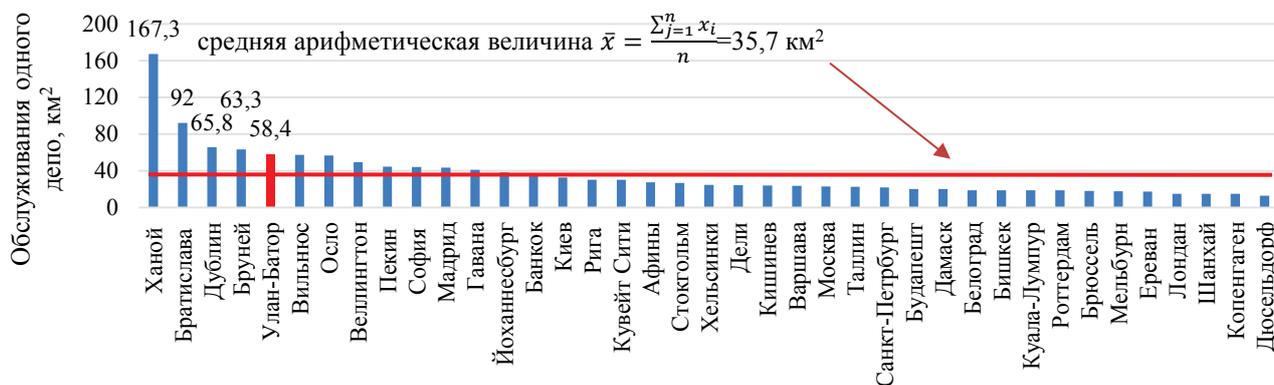


Рисунок 2 – Средняя площадь обслуживания 1 депо в городах мира, км<sup>2</sup>

В среднем площадь обслуживания одним пожарным депо в городе Улан-Баторе в 2 раза выше, чем в других городах мира, что отрицательно влияет на уровень пожарной безопасности этого города.

**Во второй главе** «Оценка пожарных рисков административно-территориальных единиц Монголии и управление пожарной безопасностью» при анализе пожарной обстановки Монголии применялись следующие показатели интегральных пожарных рисков:  $R_1$  – риск для человека оказаться в условиях пожара в единицу времени;  $R_2$  – риск для человека погибнуть при пожаре (оказаться его жертвой);  $R_3$  – риск для человека погибнуть от пожара за единицу времени. Риск  $R_1$  характеризует возможность реализации пожарной опасности, а риски  $R_2$  и  $R_3$  – отражают последствия этой реализации. Результаты исследования пожарной обстановки и оценки основных пожарных рисков в административно-территориальных единицах (АТЕ) Монголии представлены на рисунке 3-5.

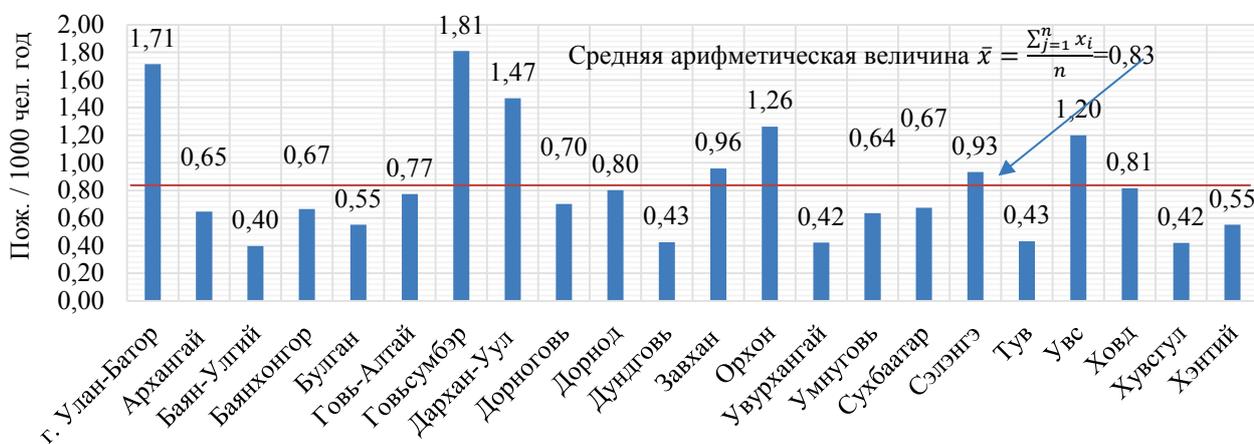


Рисунок 3 – Динамика пожарных рисков  $R_1$  по аймакам Монголии и городу Улан-Батору за период 2013-2018 гг.

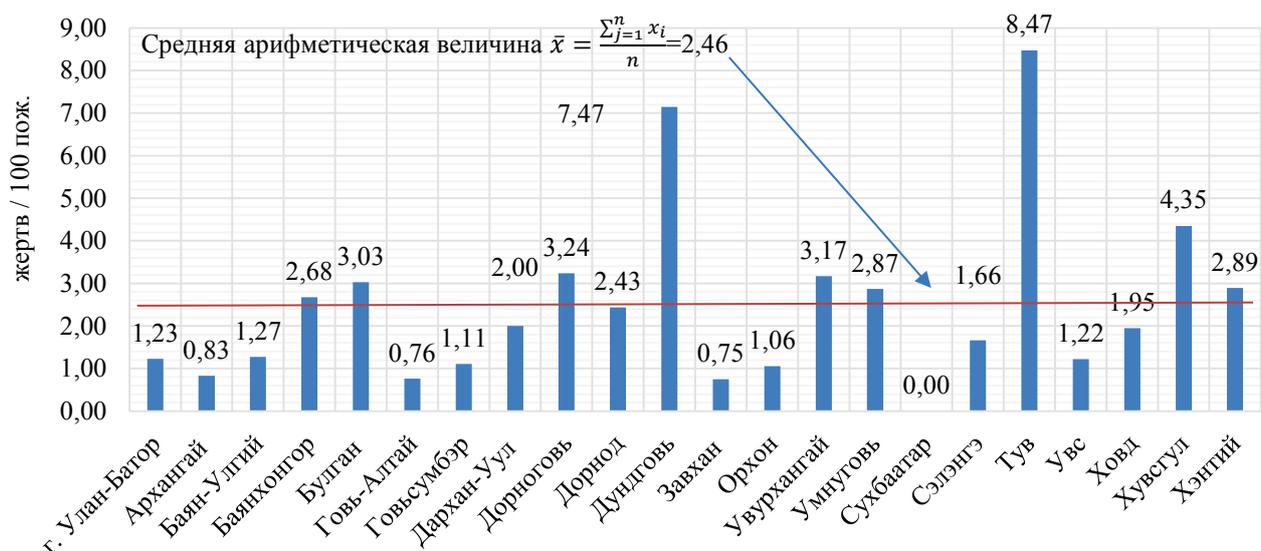


Рисунок 4 – Динамика пожарных рисков  $R_2$  по аймакам Монголии и городу Улан-Батору за период 2013-2018 гг.

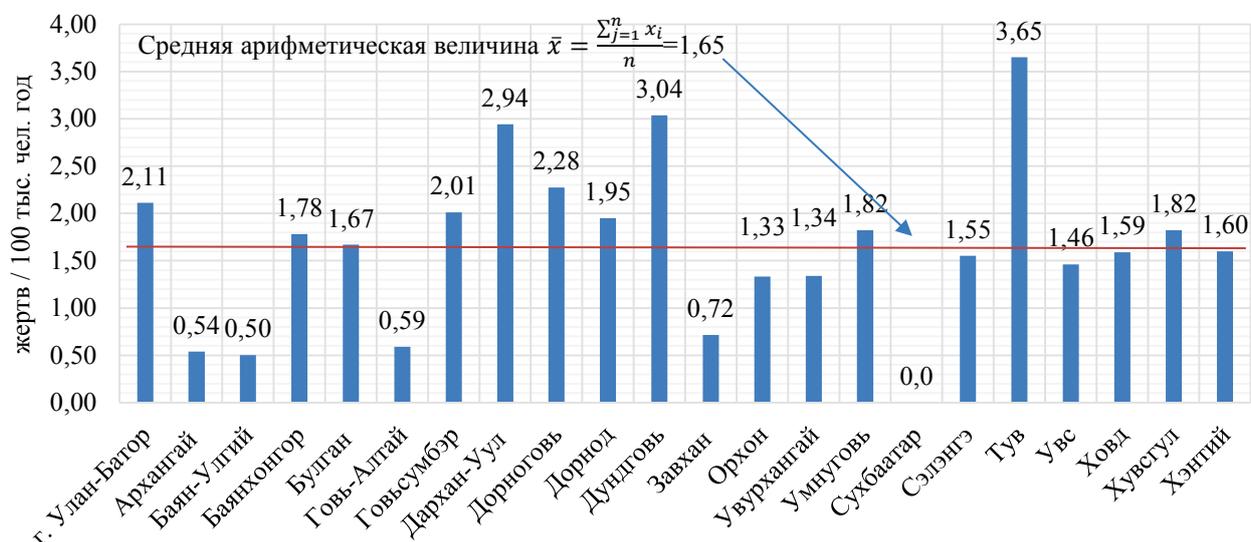


Рисунок 5 – Динамика пожарных рисков  $R_3$  по аймакам Монголии и городу Улан-Батору за период 2013-2018 гг.

Для установления уровней пожарной опасности по административным территориальным единицам (город, аймак) Монголии была использована методика расчета интегрального социально-экономического показателя пожарного риска (ИСЭППР). Этот показатель базируется на трех основных рисках: риск гибели людей, риск травматизма людей и риск материального ущерба. Значения этих рисков приводятся к определенному количеству населения за единицу времени (год).

По ИСЭППР оценивались административно-территориальные единицы (АТЕ) Монголии, по результатам расчетов за период 2013-2018 годы построен график распределения аймаков по уровням пожарной опасности (рисунок 6).

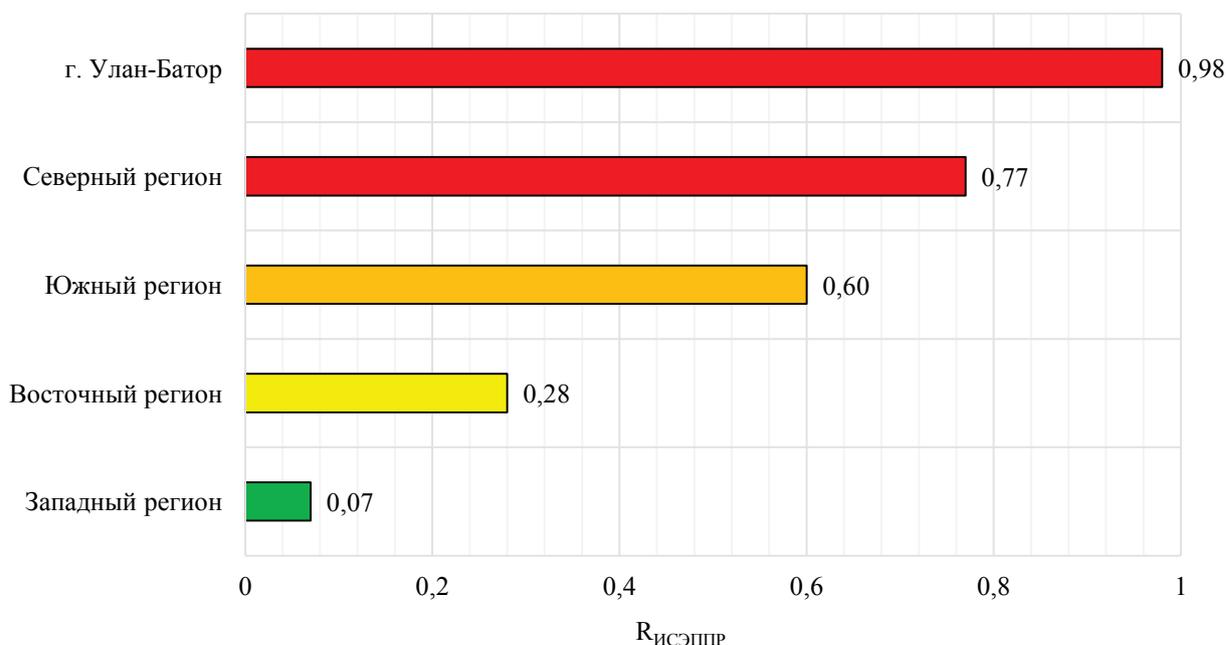


Рисунок 6 – График распределения аймаков по уровням пожарной опасности в порядке их убывания

По результатам расчета видим (рисунок 6), что за 2013-2018 гг. исключительно высокий уровень пожарной опасности наблюдался в городе Улан-Баторе и Северном регионе. Южный регион характеризуется высоким уровнем пожарной опасности. Восточный регион относится к среднему уровню пожарной опасности, а Западный регион имеет низкое значение уровня пожарной опасности.

Для управления пожарной безопасностью важно значение нормативной величины допустимого индивидуального пожарного риска, которое служит некоторым ориентиром для сравнения с фактическими значениями риска. В Монголии отсутствует такая нормативная величина.

#### **Определение нормативной величины индивидуального пожарного риска (НВИПР) для Монголии.**

Для оценки НВИПР в работе использовался широко известный принцип ALARP, который подразумевает управление риском за счет реально имеющихся ресурсов. Отмеченный принцип ALARP базируется на изначальном определении нижнего и верхнего предельных уровней индивидуального пожарного риска с последующим определением конкретного значения (целевого уровня) НВИПР, который принимается в качестве допустимого.

Для последовательной оценки верхнего и нижнего предельных уровней индивидуального пожарного риска разработан линейный алгоритм, который представлен на рисунке 7.

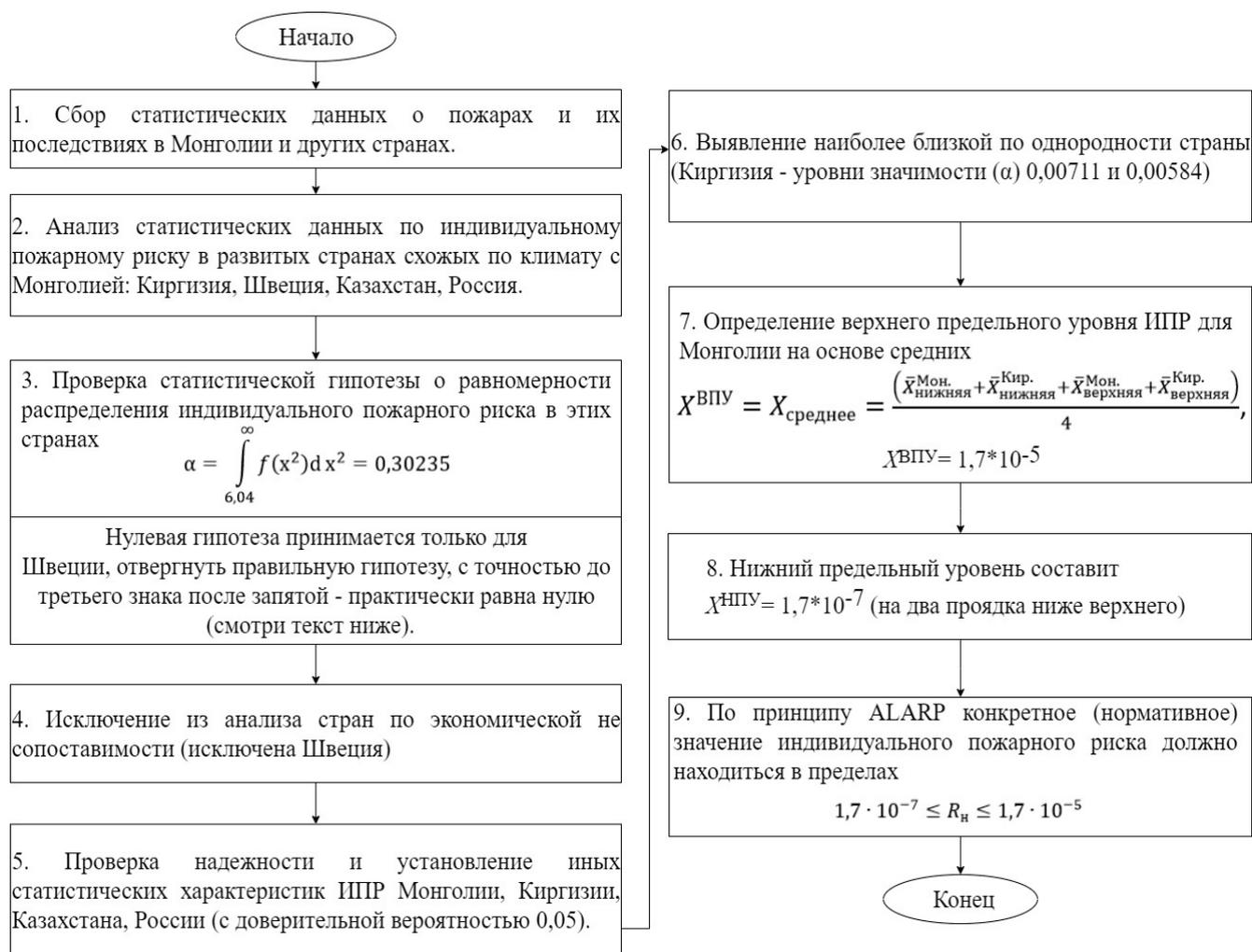


Рисунок 7 – Блок-схема линейного алгоритма определения верхнего и нижнего предельных уровней индивидуального пожарного риска

В работе установлено, что чем выше уровень социально-экономического развития страны, тем более жесткие принимаются нормативные значения индивидуального риска. Разработанный алгоритм определения нормативной величины индивидуального пожарного риска (целевого уровня) представлен на рисунке 8.

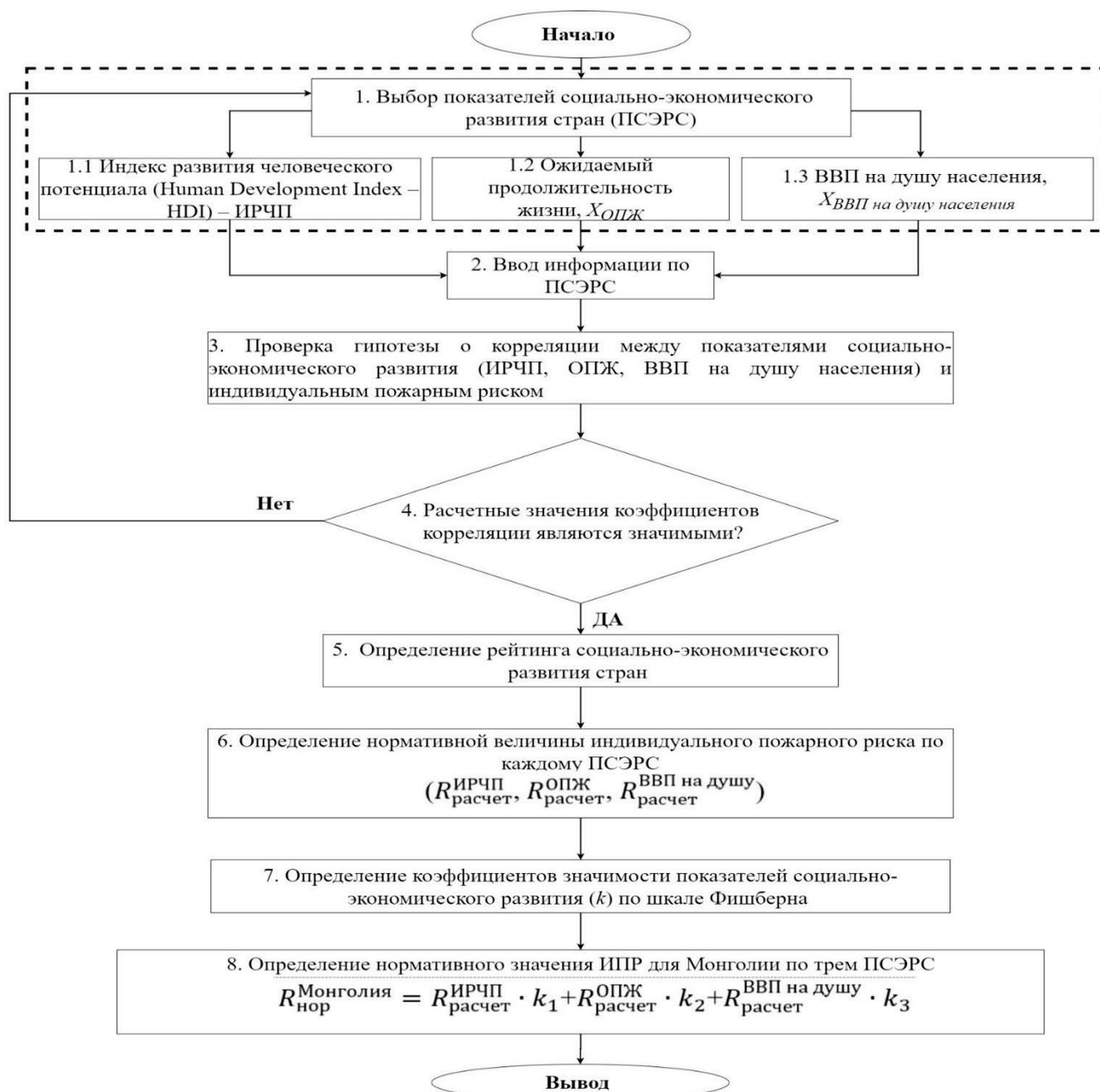


Рисунок 8 – Блок-схема алгоритма определения нормативной величины индивидуального пожарного риска

Уровень социально-экономического развития стран может оцениваться разными показателями. Одним из таких показателей, используемых для оценки социально-экономического развития стран, является Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП).

Согласно методологии Программы развития Организации Объединённых Наций, при расчете ИРЧП принимаются конкретно выявленные минимальные и максимальные значения показателя из общей совокупности анализируемых стран, с которым сравниваются реальные значения показателя конкретной страны. Для перевода любого показателя  $x$  в индекс, значение которого заключено от 0 до 1, применяется формула:

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - x_{i \min}}{x_{i \max} - x_{i \min}}, 0 \leq x_{ij}^* \leq 1, \quad (4)$$

где  $x_{i \min}$  и  $x_{i \max}$  являются минимальным и максимальным значениями показателя,  $x_{ij}$  – для всех исследуемых стран.

Для перевода трех выше отмеченных показателей в индексы используем следующие выражения:

1. Индекс ожидаемой продолжительности жизни (ОПЖ):

$$x_{\text{жизни},j}^* = \frac{x_j - x_{j \min}}{x_{j \max} - x_{j \min}}, \quad (5)$$

где  $x_j$  – фактическая средняя продолжительность предстоящей жизни при рождении,  $x_{j \min}$  – соответственно минимальные значения – 25 лет,  $x_{j \max}$  – соответственно максимальные значения – 85 лет.

2. Достижения в области образования:

а) индекс грамотности населения ( $I_{\text{гр.1},j}^*$ ):

$$I_{\text{гр.1},j}^* = \frac{x_{\text{гр.взрос.}j}}{100},$$

б) индекс числа поступивших в учебные заведения первого, второго и третьего уровней ( $I_{\text{гр.2},j}^*$ ):

$$I_{\text{гр.2},j}^* = \frac{x_{\text{до 24 воз}j}}{100}.$$

Учитывая веса этих индексов, получаем индекс уровня образования для стран.

$$x_{\text{образования},j}^* = \frac{2}{3} \cdot I_{\text{гр.1},j}^* + \frac{1}{3} \cdot I_{\text{гр.2},j}^*, \quad (6)$$

где  $I_{\text{гр.1},j}^*$  – доля грамотности среди всего населения в возрасте старше 15 лет,  $I_{\text{гр.2},j}^*$  – доля учащихся, посещающих все ступени обучения в возрасте от 6 до 24 лет.

3. ВВП на душу населения:

$$x_{\text{ВВП на душу населения},j}^* = \frac{\ln \text{ВВП}_j - \ln \text{ВВП}_{j \min}}{\ln \text{ВВП}_{j \max} - \ln \text{ВВП}_{j \min}}, \quad (7)$$

где  $\text{ВВП}_j$  – фактический в стране среднедушевой доход на душу населения населения- ВВП, долл. тыс.,  $\text{ВВП}_{j \max}$  и  $\text{ВВП}_{j \min}$  – максимальный и минимальный размер среднедушевого ВВП по мировым стандартам.

Таким образом, показатель ИРЧП будем определять по формуле:

$$\text{ИРЧП} = \frac{(x_{\text{жизни},j}^* + x_{\text{образования},j}^* + x_{\text{ВВП на душу населения},j}^*)}{3}. \quad (8)$$

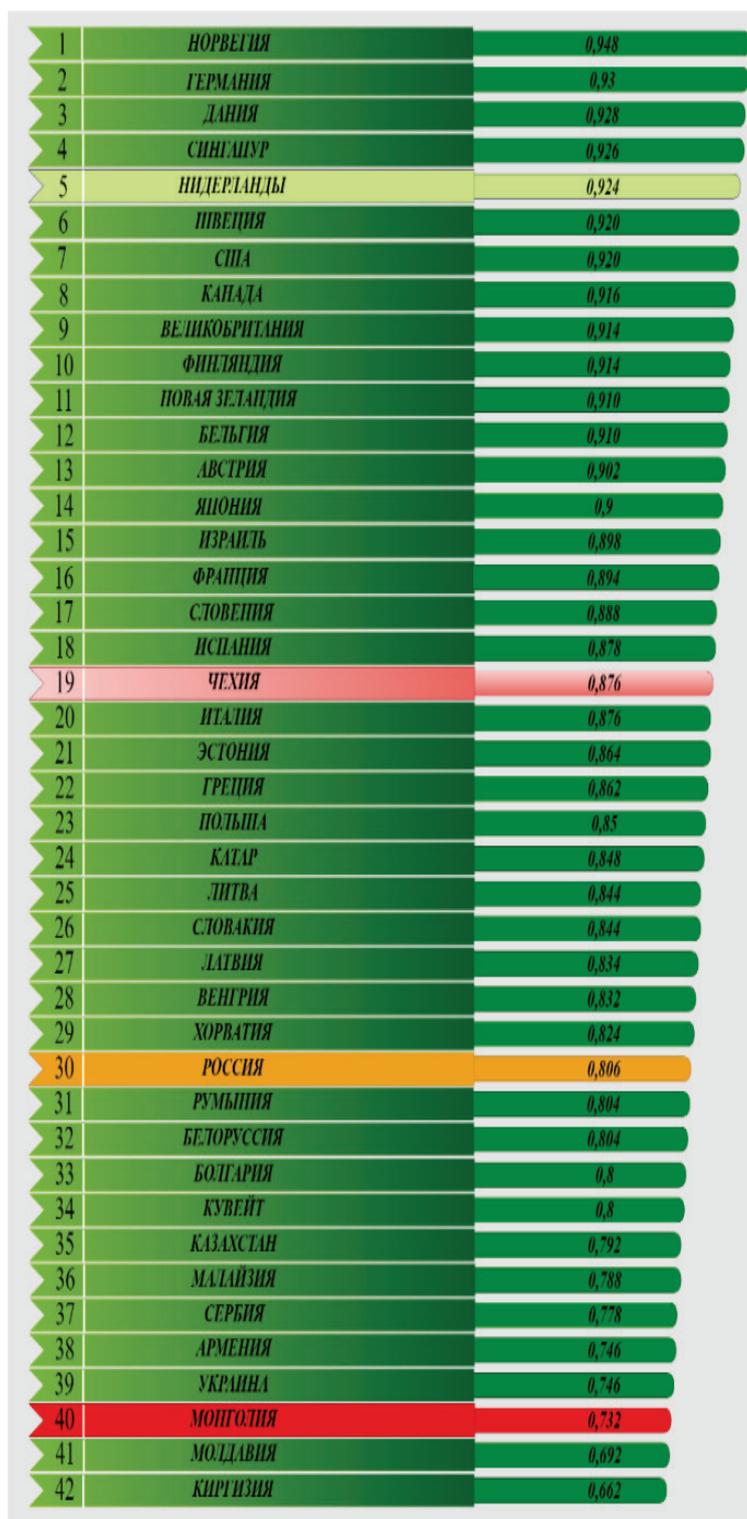


Рисунок 9 – Рейтинг стран по индексу развития человеческого потенциала (ИРЧП) по средним значениям за 2012 – 2016 годы

и ОПЖ) и их фактические индивидуальные пожарные риски принимались как средние за 2012-2016 годы (рисунок 10).

Эксперты Программы развития Организации Объединенных наций осуществляют ежегодный анализ ИРЧП населения всех стран мира с ранжированием их по определенным группам.

Учитывая то, что в работе представляются данные пожарной статистики только по 42 странам мира, то нами были определены значения ИРЧП, а также другие показатели социально-экономических характеристик (ВВП на душу населения, продолжительность жизни) по этим же странам.

Ранжированные результаты расчетов (рейтинг) ИРЧП 42 стран по средним значениям за 2012-2016 гг. представлены на рисунке 9.

Расчетное значение нормативного индивидуального пожарного риска для Монголии на основе ИРЧП, ВВП на душу населения и ОПЖ будем получать относительно имеющихся нормативных значений индивидуального пожарного риска ряда стран (Нидерланды, Великобритания, Чешская Республика, Россия). При этом используется метод обратно пропорционального пересчета. Все значения, характеризующие социально-экономический уровень стран (ИРЧП, ВВП на душу населения

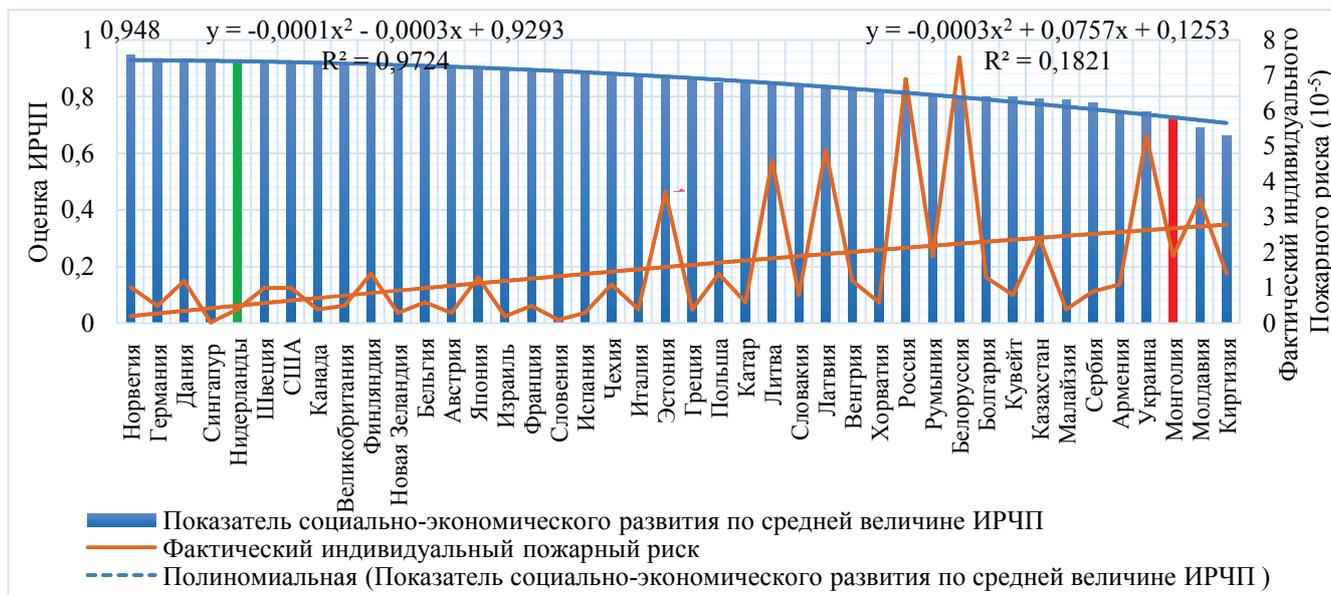


Рисунок 10 – Зависимость фактических индивидуальных пожарных рисков от ИРЧП по 42-м странам мира

Полученные расчетные значения нормативного индивидуального пожарного риска для Монголии на основе ИРЧП представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетные значения нормативного индивидуального пожарного риска для Монголии на основе ИРЧП

№ п/п	Страны	Показатели ИРЧП в стране	Нормативное и расчетное значение индивидуального пожарного риска $\left[ \frac{\text{жертва}}{\text{чел.год}} \right]$ ;
1	Нидерланды	0,92	нормативное $10^{-6}$
	Монголия	0,73	расчетное $(x_{\text{ИРЧП}}^{\text{Нидер-Мон}} = 1,26 \cdot 10^{-6})$
2	Великобритания	0,91	нормативное $10^{-6}$
	Монголия	0,73	расчетное $(x_{\text{ИРЧП}}^{\text{Великоб-Мон}} = 1,24 \cdot 10^{-6})$
3	Чешская Республика	0,88	нормативное $10^{-6}$
	Монголия	0,73	расчетное $(x_{\text{ИРЧП}}^{\text{Чешская-Мон}} = 1,2 \cdot 10^{-6})$
4	Россия	0,81	нормативное $10^{-6}$
	Монголия	0,73	расчетное $(x_{\text{ИРЧП}}^{\text{РФ-Мон}} = 1,1 \cdot 10^{-6})$
5	Среднее (ИРЧП)		$\bar{x}_{\text{ИРЧП}} = \frac{(x_{\text{ИРЧП}}^{\text{Нидер-Мон}} + x_{\text{ИРЧП}}^{\text{Великоб-Мон}} + x_{\text{ИРЧП}}^{\text{Чешская-Мон}} + x_{\text{ИРЧП}}^{\text{РФ-Мон}})}{4} = \frac{(1,26 \cdot 10^{-6} + 1,24 \cdot 10^{-6} + 1,2 \cdot 10^{-6} + 1,1 \cdot 10^{-6})}{4} = 1,2 \cdot 10^{-6}$

Аналогичным образом определялись средние расчетные значения индивидуального пожарного риска и их взаимосвязи относительно ОПЖ и ВВП на душу населения. Они также имеют обратную зависимость с коэффициентом корреляции  $r \approx -61\%$  относительно ОПЖ и  $r \approx -45\%$  относительно ВВП на душу населения.

Для определения конкретного (точечного) значения нормативного индивидуального пожарного риска для Монголии с использованием полученных результатов по трем показателям социально-экономического развития страны используем их средневзвешенное значение. Коэффициенты значимости определяются по шкале Фишберна:

$$k_i = \frac{2(N - i + 1)}{(N + 1)N}, \quad (9)$$

где  $k_i$  – вес  $i$ -го показателя;  $N$  – число показателей в анализируемой совокупности ( $N=3$ );  $i$  – порядковый номер в группе показателей ( $i=1,2,3$ ).

Полученные показатели риска упорядочим по мере их значимости в рассматриваемой анализируемой совокупности. Тогда будем иметь следующую упорядоченность: 1 -  $R_{\text{расчет}}^{\text{ИРЧП}}$ ; 2 -  $R_{\text{расчет}}^{\text{ВВП на душу}}$ ; 3 -  $R_{\text{расчет}}^{\text{ОПЖ}}$ .

В этом случае весовые коэффициенты ( $k_i$ ) будут иметь следующие значения:

$$R_{\text{расчет}}^{\text{ИРЧП}} - k_1 = 0,5; R_{\text{расчет}}^{\text{ВВП на душу}} - k_2 = 0,33; R_{\text{расчет}}^{\text{ОПЖ}} - k_3 = 0,17.$$

Следовательно, окончательное расчетное значение индивидуального пожарного риска для Монголии ( $R_{\text{нор}}^{\text{Монголия}}$ ) определится как:

$$R_{\text{нор}}^{\text{Монголия}} = R_{\text{расчет}}^{\text{ИРЧП}} \cdot k_1 + R_{\text{расчет}}^{\text{ОПЖ}} \cdot k_2 + R_{\text{расчет}}^{\text{ВВП на душу}} \cdot k_3 = 1,2 \cdot 10^{-6} \cdot 0,5 + 1,14 \cdot 10^{-6} \cdot 0,33 + 7,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,17 \approx 2,3 \cdot 10^{-6} \left[ \frac{\text{жертва}}{\text{чел.год}} \right].$$

Если использовать нидерландский подход, обоснованный социально-экономическим развитием ряда стран, то обобщение проделанных исследований и расчетных результатов показывает, что допустимая нормативная величина индивидуального пожарного риска для Монголии, учитывая ее социально-экономический уровень развития, не должна превышать  $2,3 \cdot 10^{-6} \left[ \frac{\text{жертва}}{\text{чел.год}} \right]$ . Полученные различные уровни индивидуального пожарного риска для Монголии представлены на рисунке 11.

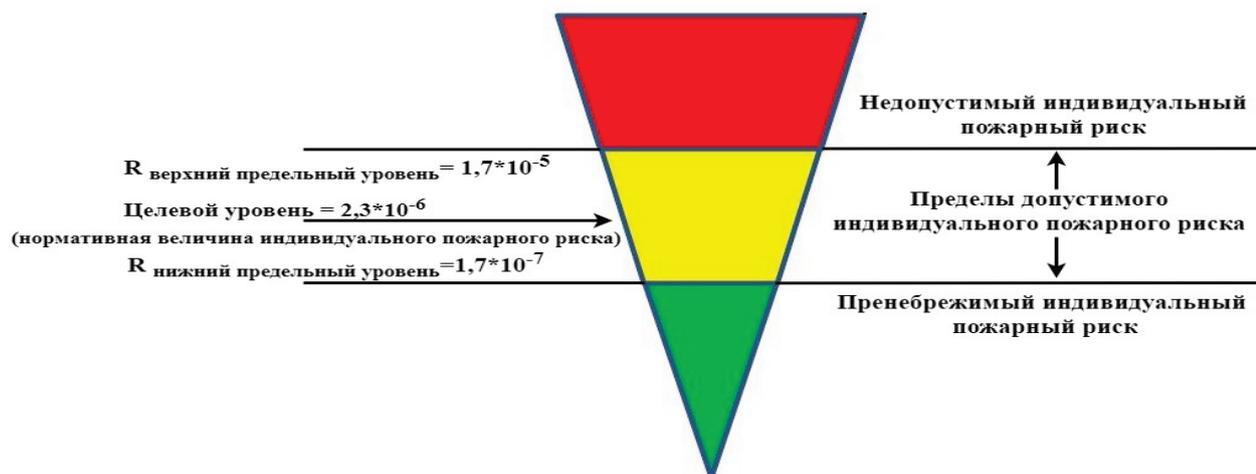


Рисунок 11 – Уровни индивидуального пожарного риска для Монголии

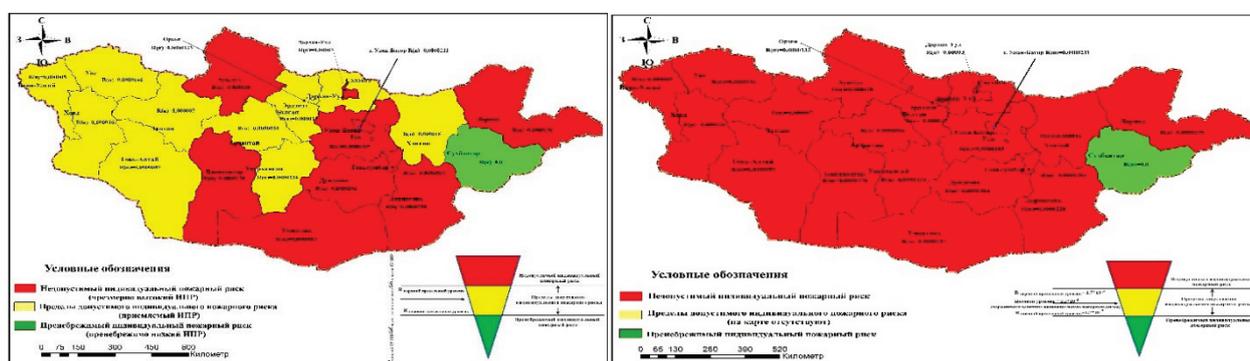
По результатам исследования получено распределение административно-территориальных единиц Монголии по уровням пожарной опасности за 2013-2018 гг. (таблица 2) и построена геоинформационная карта уровней пожарной опасности (рисунок 12). Распределение уровней пожарной опасности АТЕ Монголии по нормативному значению ИПР представлено в таблице 3.

Таблица 2 – Распределение административно-территориальных единиц Монголии по уровням пожарной опасности за 2013-2018 гг.

Численное значение уровней пожарной опасности	Наименование уровня пожарной опасности	АТЕ (город, аймак) Монголии	Доля территории, %	Доля Население, %
$R_{\text{пренеб}} \leq 1,7 \cdot 10^{-7}$	пренебрежимо низкий ИПР	Сухбаатар	5,26	1,9
$1,7 \cdot 10^{-5} \leq R_{\text{прием}} \leq 1,7 \cdot 10^{-7}$	приемлемый ИПР	Баян-Улгий, Увс, Увурхангай, Говь-Алтай, Архангай, Завхан, Ховд, Сэлэнгэ, Орхон, Булган, Хэнтий	45,04	30,3
$R_{\text{чрезм}} \geq 1,7 \cdot 10^{-5}$	Чрезмерно высокий ИПР	г. Улан-Батор, Баянхонгор, Говьсумбэр, Дархан-Уул, Дорноговь, Дорнод, Дундговь, Умнуговь, Тув, Хувсгул	49,7	67,8

Таблица 3 – Распределение уровней пожарной опасности АТЕ Монголии по нормативному значению ИПР за 2013-2018 гг.

Численное значение	Уровень пожарной опасности	В соответствующем АТЕ (аймаки)	Доля территории, %	Доля Население, %
$R_{\text{норм}} > 2,3 \cdot 10^{-6}$	Не превышает нормативной величины ИПР	Сухбаатар	5,26	1,9
$R_{\text{норм}} \leq 2,3 \cdot 10^{-6}$	Превышает нормативной величины ИПР	Баян-Улгий, Увс, Увурхангай, Говь-Алтай, Архангай, Завхан, Ховд, Баянхонгор, Сэлэнгэ, Орхон, Булган, Умнуговь, Хэнтий, г. Улан-Батор, Дархан-Уул, Хувсгул, Тув, Дорнод, Дорноговь, Дундговь, Говьсумбэр	94,74	98,1



а)

б)

Рисунок 12 – Выделение административно-территориальных единиц Монголии по пожарной опасности: а) уровни пожарной опасности по верхнему и нижнему предельным значениям ИПР для Монголии; б) уровни пожарной опасности по нормативному значению ИПР для Монголии

При условии дальнейшего сохранения пожарного риска, соответствующего неравенству  $R_{\text{фак}} \leq R_{\text{нор}}$ , управление этим риском считается успешным. Последнее достигается постоянным контролем, мониторингом индивидуального пожарного риска, при необходимости его корректировкой через определенный период времени ( $t \cong 5$  лет). Блок-схема модели управления пожарным риском АТЕ Монголии представлена на рисунке 13

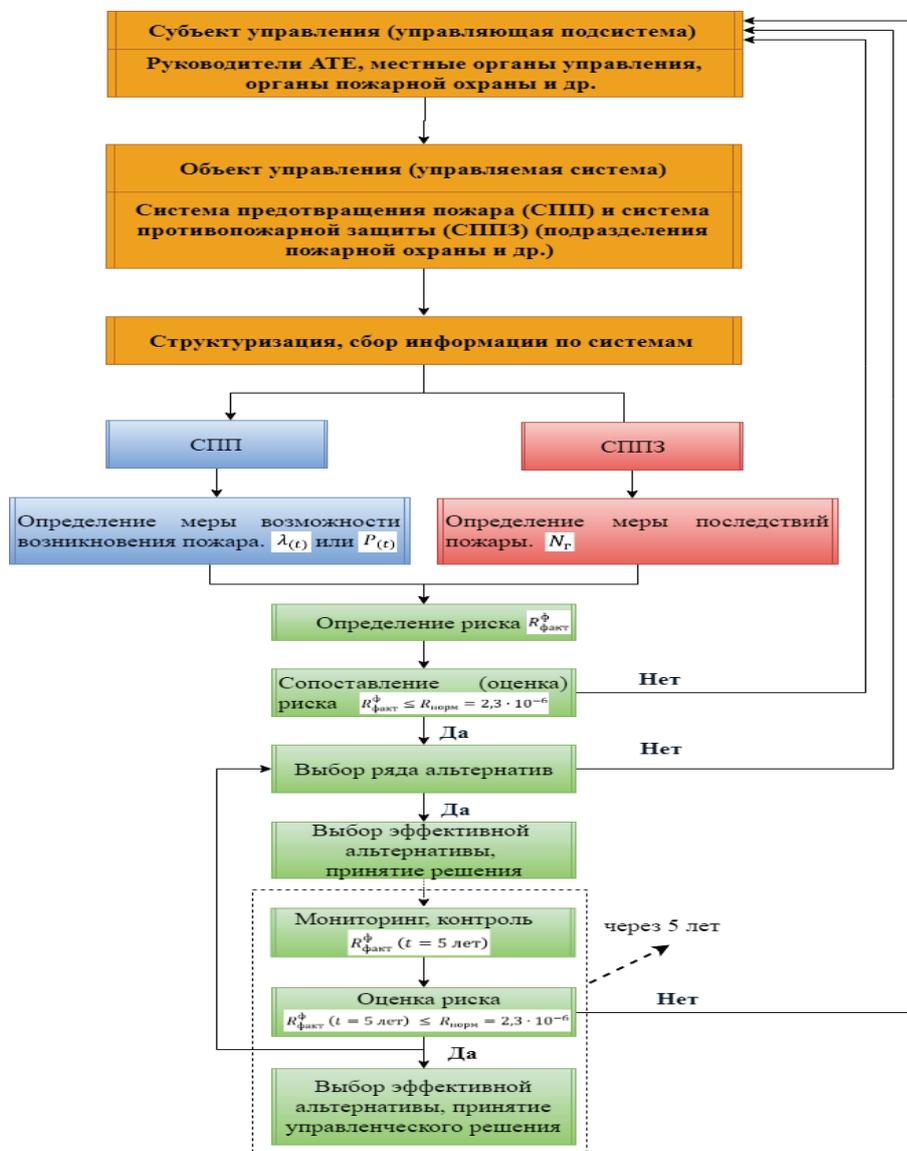


Рисунок 13 – Блок-схема модели управления пожарными рисками АТЕ Монголии

**В третьей главе** «Разработка мероприятий по снижению пожарных рисков АТЕ Монголии» для снижения пожарных рисков был изучен процесс функционирования подразделений пожарной охраны тех административно-территориальных единиц Монголии, где в 2013-2018 г. наблюдались высокие уровни пожарной опасности. Установлено, что наиболее высокий уровень пожарной опасности в г. Улан-Батор.

С целью снижения пожарных рисков можно использовать ряд способов и методов, например таких, как совершенствование оперативной деятельности пожарных подразделений (ПП), совершенствование оперативной деятельности

ПП путем увеличения их числа с целью снижения пожарных рисков в г. Улан-Баторе.

Известно, что потоки деструктивных событий (пожар, взрыв, дорожно-транспортное происшествие, обрушение здания и т.д.) во многих случаях удовлетворительно описываются стационарным пуассоновским распределением:

$$P_k(\tau) = \frac{(\lambda\tau)^k}{k!} e^{-\lambda\tau}, \quad (k=0,1,2,\dots), \quad (10)$$

где  $P_k(\tau)$  - вероятность того, что за время  $\tau$  на исследуемой территории возникает «к» пожарных вызовов;  $\lambda$  - среднее число вызовов в единицу времени, выз./сут.

Для подтверждения этой гипотезы в настоящей работе был проведен анализ потока вызовов городской ПП за 3 месяца в 2016-2018 гг. Результаты вычислений представлены на рисунке 14 и таблице 4.

Таблица 4 – Распределение числа пожаров в г. Улан-Батор за 3 месяца (январь-март) период 2016-2018 гг.

Распределение	Число выездов в сутки									Число суток	$\lambda_{\text{пож.}}$	R
	0	1	2	3	4	5	6	7	$\geq 8$			
Эмпирическое ( $m_1$ )	2	6	14	19	20	16	9	8	3	91	4,2	0,9
Теоретическое ( $np_i$ )	1,36	5,7	12,04	16,8	17,7	14,8	10,4	6,24	3,28			
Эмпирическое ( $m_1$ )	5	10	19	22	21	14	5	2	2	90	3,6	0,14
Теоретическое ( $np_i$ )	2,5	8,9	15,9	19,1	17,2	12,4	7,4	3,8	1,7			
Эмпирическое ( $m_1$ )	3	4	17	22	21	17	13	6	3	90	4,6	1,9
Теоретическое ( $np_i$ )	1,0	4,5	10,1	15,2	17,1	15,4	11,5	7,4	4,2			

Примечание:  $\lambda$  – среднее число выз./сутки, R – критерий Романовского.

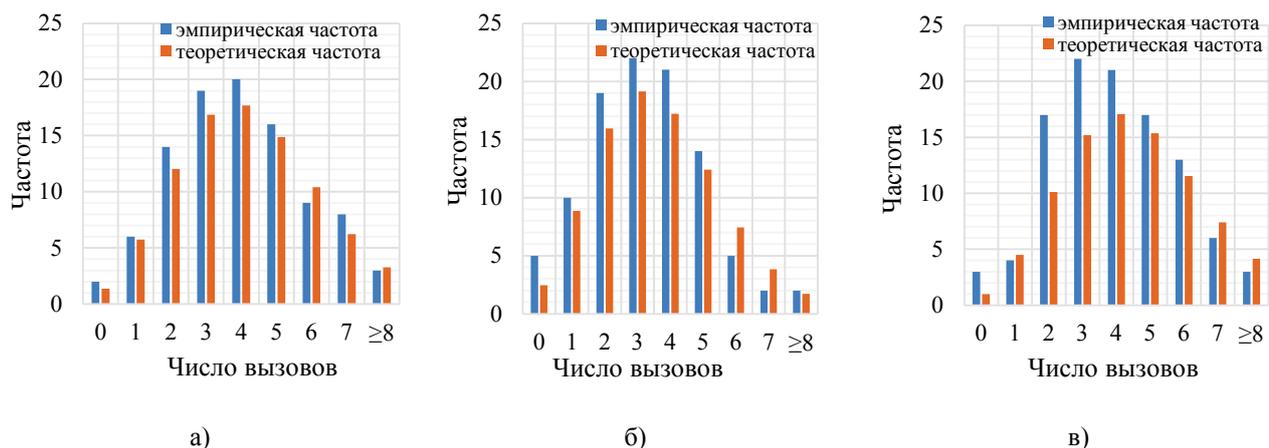


Рисунок 14 – Эмпирические и теоретические (пуассоновские) распределения потоков выездов на пожары в центральной части города Улан-Батора: а) за 3 месяца (январь-март) 2016 года; б) за 3 месяца (январь-март) 2017 года; в) за 3 месяца (январь-март) 2018 года

Результаты моделирования возникновения пожарных вызовов и сопоставление эмпирических и теоретических распределений потоков вызовов показали, что во всех случаях критерий Романовского принимал значение меньше

трех. Такие результаты подтверждают гипотезу о пуассоновском распределении случайных потоков пожарных вызовов. Это позволяет в дальнейшем считать, что возникновение пожарных вызовов в городе Улан-Баторе подчиняется распределению Пуассона.

Таким образом, количество пожарных депо влияет на время реагирования и связано с эффективностью управления пожарными подразделениями. Большую роль в этом процессе играет анализ времени прибытия пожарных подразделений к месту вызова (таблица 5).

Таблица 5 – Распределение выездов по времени прибытия подразделений пожарной охраны в городе Улан-Баторе за период с 2016 по 2018 гг.

№	Границы интервала времени, мин		Число случаев, ед	Число случаев, %	Среднестатистическое значение времени прибытия подразделений к месту вызова ( $\bar{\tau}_{\text{приб}}$ ), мин.	Дисперсия ( $D$ )	Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ), мин.
	$\tau_i$	$\tau_{i+1}$					
1	1	5	597	8,1	12,5	37,37	6,21
2	5	7	878	11,9			
3	7	10	1536	20,9			
4	10	15	2178	29,6			
5	15	20	1245	16,9			
6	20	25	665	9,1			
7	25	30	151	2,0			
8	30	$\infty$	91	1,2			

Из таблицы 5 видим, что более 58.8% выездов превышали 10 минут. При этом среднее время прибытия равно:

$$\tau_{\text{ср.приб.}}^{2016-2018} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \left( \frac{\tau_i + \tau_{i+1}}{2} \right)}{\sum_{i=1}^n m_i} = \quad (11)$$

$$\frac{(597 \cdot 3 + 878 \cdot 6 + 1536 \cdot 8,5 + 2178 \cdot 12,5 + 1245 \cdot 17,5 + 665 \cdot 22,5 + 151 \cdot 27,5 + 91 \cdot 32,5)}{597 + 878 + 1536 + 2178 + 1245 + 665 + 151 + 91} = 12,42 \approx 12,5 \text{ мин.}$$

В работе составлен интервальный вариационный ряд для времени занятости ППО (таблица 6).

Таблица 6 – Распределение выездов по времени занятости подразделений пожарной охраны в городе Улан-Баторе за период с 2016 по 2018 гг.

№	Границы интервала времени, мин		Число случаев, ед	Число случаев, %	Среднестатистическое значение времени занятости ППО ( $\bar{\tau}_{\text{зан}}$ ), мин.	Дисперсия ( $D$ )	Среднеквадратическое отклонение ( $\sigma$ ), мин.
	$\tau_i$	$\tau_{i+1}$					
1	0	30	238	9,7	89	2188,2	46,8
2	30	60	533	21,8			
3	60	90	523	21,4			
4	90	120	559	22,8			
5	120	150	335	13,7			
6	150	180	153	6,2			
7	180	$\infty$	105	4,3			

Из таблицы 6 видим, что более 68,4% выездов превышали более 1 часа времени занятости. При этом среднее время занятости равно:

$$\tau_{\text{ср.зан.}}^{2016-2018} = \frac{(238 \cdot 15 + 533 \cdot 45 + 523 \cdot 75 + 559 \cdot 105 + 335 \cdot 135 + 153 \cdot 165 + 105 \cdot 200)}{283 + 533 + 523 + 559 + 335 + 153 + 105} = 88,7 \approx 89 \text{ мин.}$$

Чтобы определить среднюю скорость следования основных пожарных автомобилей города Улан-Батора, был принят случайный выбор данных за последние 3 года. Распределение выездов по скорости прибытия подразделений пожарной охраны в городе Улан-Баторе за период с 2016 по 2018 гг. представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Распределение выездов по скорости прибытия подразделений пожарной охраны в городе Улан-Баторе за период с 2016 по 2018 гг.

№	Границы интервала скорости, км/ч		Число случаев, ед	Число случаев, %	Средняя скорость прибытия ( $\bar{v}_{\text{приб.}}$ ), км/ч	Дисперсия (D)	Среднеквадратичное отклонение ( $\sigma$ ), км/ч
	$\tau_i$	$\tau_{i+1}$					
1	0	10	19	7,4	33,58	248,203	15,7
2	10	20	32	12,5			
3	20	30	59	23,1			
4	30	40	52	20,4			
5	40	50	55	21,6			
6	50	60	29	11,4			
7	60	70	5	1,9			
8	70	$\infty$	4	1,6			

Из таблицы 7 видим, что более 36,5% выездов по скорости прибытия ППО превышали 40 км/ч. При этом среднее количество выездов скорости прибытия ППО равно:

$$\tau_{\text{ср.в}}^{2016-2018} = \frac{(19 \cdot 5 + 32 \cdot 15 + 59 \cdot 25 + 52 \cdot 35 + 55 \cdot 45 + 29 \cdot 55 + 5 \cdot 65 + 4 \cdot 75)}{19 + 32 + 59 + 52 + 55 + 29 + 5 + 4} = 33,58 \text{ км/ч.}$$

По результатам расчетов получаем следующие параметры оперативной обстановки:

- среднее время прибытия подразделений пожарной охраны к месту вызова составило 12,5 мин.;
- среднее времени занятости на месте вызова составило 89 мин.;
- средняя скорость движения пожарной техники к месту вызова составила 33,58 км/час.

По полученным результатам анализа деятельности ППО в городе Улан-Баторе, используя формулу (3.25) можно проверить адекватность расчетов:

$$N_{\text{пд}} = \frac{0,4 \cdot 1,4^2 \cdot S_{\text{заст.}}}{\vartheta_{\text{ср.сл.}}^2 \cdot \tau_{\text{ср.сл.}}^2} \approx \frac{0,784 \cdot S_{\text{заст.}}}{\vartheta_{\text{ср.сл.}}^2 \cdot \tau_{\text{ср.сл.}}^2} + \lambda \cdot \tau_{\text{ср.зан.}} = \frac{0,784 \cdot 584}{0,56^2 \cdot 12,5^2} + 0,28 \cdot 1,5 = 9,76 \approx 10 \text{ ед.}$$

Как уже отмечалось, в России существует нормативное время прибытия ППО для городов, составляющее до 10 мин. В настоящее время в Монголии такое время прибытия законодательно не закреплено. Учитывая это обстоятельство, и социально-экономический уровень развития Монголии, в настоящей работе

ставится задача снижения среднего времени прибытия ППО до 9,5 минут. Тогда количество ППО для центральной части г. Улан-Батора должно составлять:

$$N_{\text{пд}} = \frac{0,784 \cdot 584}{0,56^2 \cdot 9,5^2} + 0,28 \cdot 1,5 = 16,5 \approx 16 \text{ ед.}$$

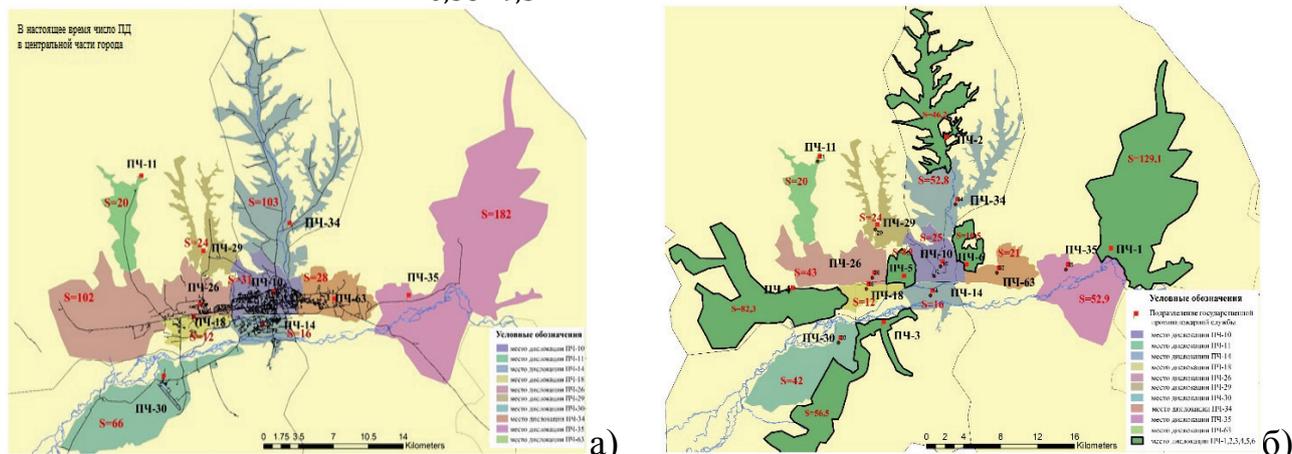


Рисунок 15 – Количество, места дислокации и районы выезда существующих<sup>1</sup> (а) и дополнительных<sup>2</sup>(б) пожарных частей в г. Улан-Баторе

Учитывая, что в настоящее время в городе Улан-Баторе имеется 10 пожарных частей (ППО), требуется увеличение этих подразделений на 6 единиц. В работе выполнена аппроксимация среднего количества погибших и травмированных людей на пожарах, среднего материального ущерба от пожара в зависимости от среднего расстояния от места пожара до ближайшей пожарной части. Аппроксимирующие функции представлены на рисунках 16-18 и в формулах (12 – 14).

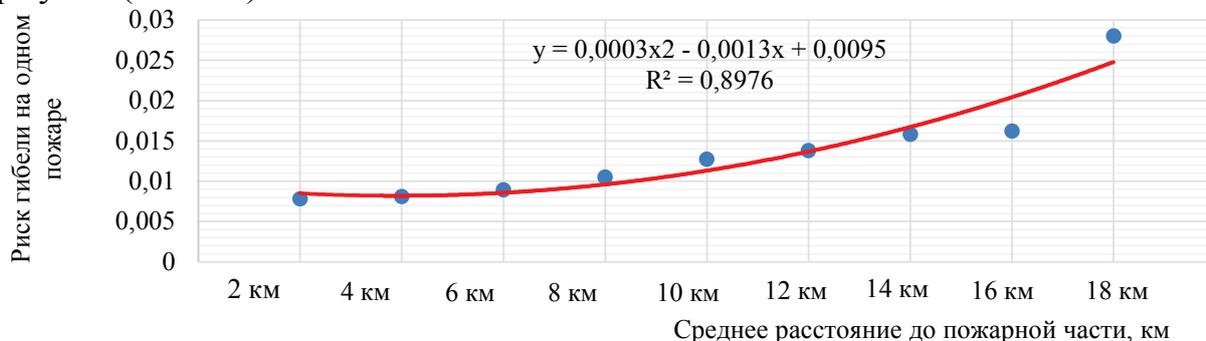


Рисунок 16 – Зависимость риска гибели в результате пожара от расстояния до пожарной части (за период 2016-2018 гг.)

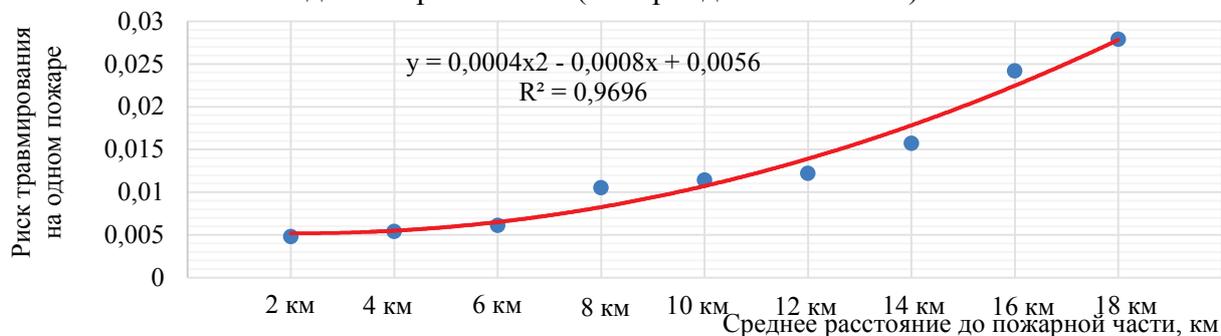


Рисунок 17 – Зависимость риска травмирования людей в результате пожара от расстояния до пожарной части (за период 2016-2018 гг.)

<sup>1</sup> ПЧ-10,11,14,18,26,29,30,34,35,63 –имеющиеся пожарные части.

<sup>2</sup> ПЧ-1,2,3,4,5,6 – дополнительные (проектируемые) пожарные части.

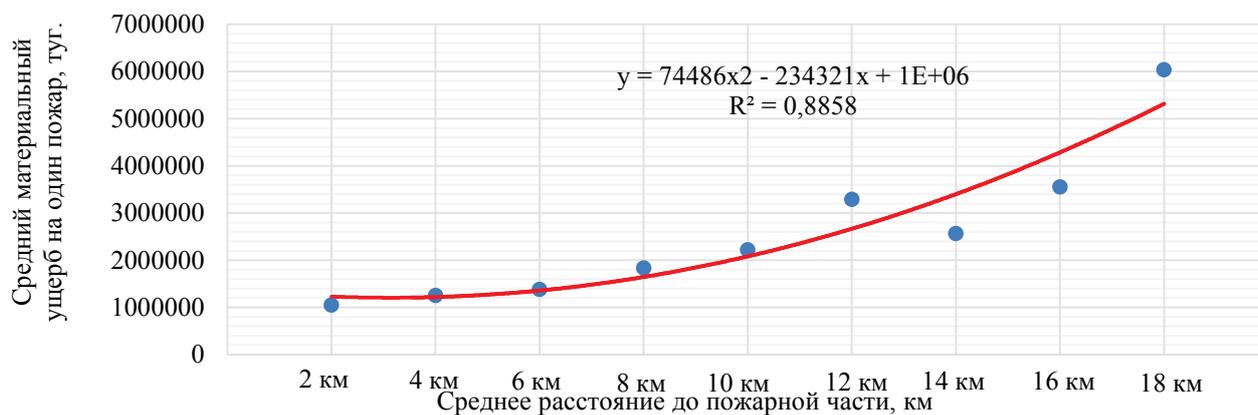


Рисунок 19 – Зависимость среднего материального ущерба в результате пожара от расстояния до пожарной части (за период 2016-2018 гг.)

С использованием геоинформационной программы ArcGis10.5 и проведенными расчетами установлено, что значение сокращения расстояния  $\Delta L$  составило 1,6 км (7,3 – 5,7 км). С расчетом средней скорости пожарных автомобилей в городе Улан-Батор (33,58 км/ч) среднее время прибытия к месту вызова также сократится примерно на  $2,86 \approx 3,0$  мин.

Используя аппроксимирующие функции (рисунки 17-19) рисков гибели (формула 12), травматизма (формула 13) и прямого материального ущерба (формула 14) от расстояний от места пожара до пожарной части, были вычислены аппроксимирующие функции количества погибших ( $N_{\Gamma}^{\text{апр}}$ ), травмированных ( $N_{\Gamma}^{\text{апр}}$ ) и материального ущерба ( $N_{\text{у}}^{\text{апр}}$ ) от пожара с учетом среднегодового числа пожаров ( $N_{\text{уб}}^{\text{пож}}$ ) г. Улан-Батор, которые имеют вид:

$$N_{\Gamma}^{\text{апр}} = N_{\text{уб}}^{\text{пож}} \cdot (0,0003 \cdot l_{\text{сред}}^2 - 0,0013 \cdot l_{\text{сред}} + 0,0095) \left[ \frac{\text{жертва}}{\text{год}} \right]; \quad (12)$$

$$N_{\Gamma}^{\text{апр}} = N_{\text{уб}}^{\text{пож}} \cdot (0,0004 \cdot l_{\text{сред}}^2 - 0,0008 \cdot l_{\text{сред}} + 0,0057) \left[ \frac{\text{травм}}{\text{год}} \right]; \quad (13)$$

$$N_{\text{у}}^{\text{апр}} = N_{\text{уб}}^{\text{пож}} \cdot (75012 \cdot l_{\text{сред}}^2 - 309415 \cdot l_{\text{сред}} + 2 \cdot 10^6) \left[ \frac{\text{туг.}}{\text{год}} \right]. \quad (14)$$

Согласно статистическим данным в городе Улан-Баторе за период с 2016 по 2018 гг. ежегодно в среднем отмечено 2447 выездов на пожары. При сокращении среднего расстояния от депо до места пожара до 5,7 км, используя зависимости (12)–(14), имеем следующие расчетные значения аппроксимирующих функций:

$$N_{\Gamma}^{\text{апр}} = 2447 \cdot (0,0003 \cdot 5,7^2 - 0,0013 \cdot 5,7 + 0,0095) = \\ = 2447 \cdot 0,011 = 26,9 \left[ \frac{\text{жертва}}{\text{год}} \right]; \quad (12)$$

$$N_{\Gamma}^{\text{апр}} = 2447 \cdot (0,0004 \cdot 5,7^2 - 0,0008 \cdot 5,7 + 0,0057) = \\ = 2447 \cdot 0,01 = 24,47 \left[ \frac{\text{травм}}{\text{год}} \right]; \quad (13)$$

$$N_{\text{у}}^{\text{апр}} = 2447 \cdot (74486 \cdot 5,7^2 - 234321 \cdot 5,7 + 1 \cdot 10^6) = \\ = 2447 \cdot 2\,084\,420,4 = 5,1 \cdot 10^9 \left[ \frac{\text{туг.}}{\text{год}} \right]. \quad (14)$$

Повторный расчет интегрального социально-экономического показателя пожарного риска был вычислен по аналогии с расчетами, проведенными в главе 2, следующим образом:

- определяются частные пожарные риски, используя выражения:

$$R_{\Gamma}(\text{УБ}) = \frac{N_{\text{погибших}}}{Q_{\text{насел.}}} = \frac{26,9}{1421017} = 1,89 \approx 1,9 \left[ \frac{\text{жертва}}{10^5 \text{ чел.}\cdot\text{год}} \right];$$

$$R_{\Gamma}(\text{УБ}) = \frac{N_{\text{травм}}}{Q_{\text{насел.}}} = \frac{24,47}{1421017} = 1,7 \left[ \frac{\text{травм}}{10^5 \text{ чел.}\cdot\text{год}} \right];$$

$$R_{\Upsilon}(\text{УБ}) = \frac{C}{Q_{\text{насел.}}} = \frac{5,1 \cdot 10^9}{1421017} = 3,58 \left[ \frac{10^3 \cdot \text{туг.}}{\text{чел.}\cdot\text{год}} \right].$$

- производится стандартизация частных пожарных рисков по формуле:

$$R_{\Gamma}^*(\text{УБ}) = \frac{R_{\Gamma}(\text{УБ}) - R_{i \min}}{R_{i \max} - R_{i \min}} = \frac{1,9 - 0}{3,65 - 0} = 0,52;$$

$$R_{\Gamma}^*(\text{УБ}) = \frac{R_{\Gamma}(\text{УБ}) - R_{i \min}}{R_{i \max} - R_{i \min}} = \frac{1,7 - 0}{3,13 - 0} = 0,54;$$

$$R_{\Upsilon}^*(\text{УБ}) = \frac{R_{\Upsilon}(\text{УБ}) - R_{i \min}}{R_{i \max} - R_{i \min}} = \frac{3,6 - 0,35}{7,54 - 0,35} = 0,45.$$

- осуществляется интеграция отдельных частных стандартизованных рисков по формуле:

$$R_{\text{сэ}}(\text{УБ}) = R_{\Gamma}^*(\text{УБ}) \cdot k_1 + R_{\Gamma}^*(\text{УБ}) \cdot k_2 + R_{\Upsilon}^*(\text{УБ}) \cdot k_3 = 0,52 \cdot 0,5 + 0,54 \cdot 0,33 + 0,45 \cdot 0,17 = 0,514.$$

Используя полученные данные, были повторно определены уровни пожарной опасности административно-территориальных единиц Монголии.

Полученные результаты, представлены на рисунке 19.

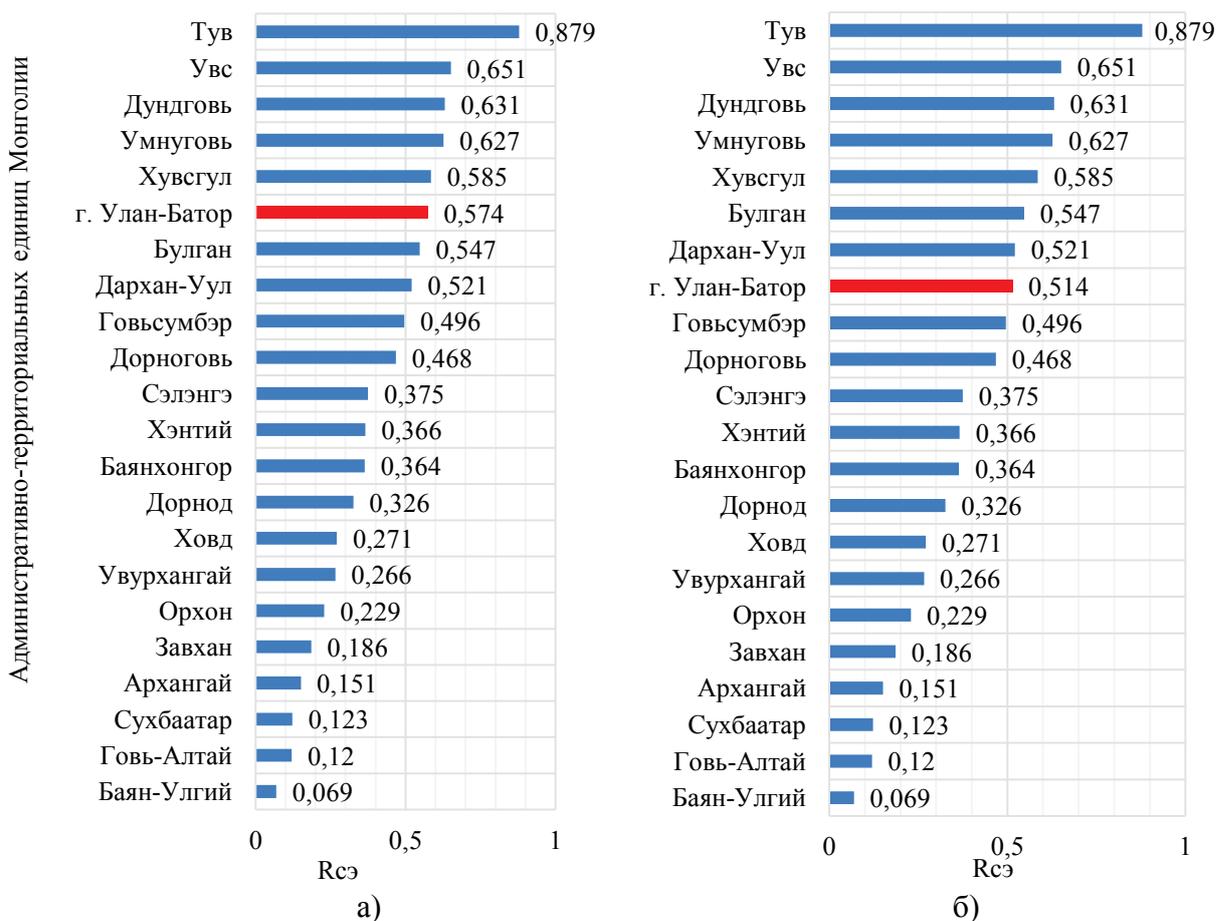


Рисунок 19 – Распределение административно-территориальных единиц Монголии по пожарной опасности на основе расчётов ИСЭППР: а) до реорганизации ППО центральной части г. Улан-Баторе; б) после реорганизации ППО центральной части г. Улан-Батора

С учетом реорганизации пожарной охраны установлены уровни пожарной опасности и проранжированы административно-территориальные единицы Монголии. Установлено, что на территории города Улан-Батора после реорганизации уровень пожарной опасности снизился на 10,4 %.

По результатам расчетов установлена экономическая целесообразность реализации проекта реорганизации ППО в центральной части города Улан-Батора (ожидаемый годовой экономический эффект составит 5 292 667,67 руб./год).

## **ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ**

В диссертационной работе получены следующие основные выводы и результаты:

1. Исследованы статистические данные о пожарах в Монголии. Установлено, что: за последние 10 лет произошло увеличение количества пожаров, погибших людей и материального ущерба. В г. Улан-Баторе и сельской местности аймаков наблюдается неблагоприятная пожарная обстановка. Установлены функции динамических рядов числа пожаров, гибели людей и ущерба от пожаров и сделаны прогнозные оценки.

2. Исследованы интегральные пожарные риски в Монголии. Результаты показали неравномерность уровней пожарной опасности административно-территориальных единиц (АТЕ). Это привело к необходимости совершенствования управления пожарными рисками в наиболее пожароопасных административно-территориальных единицах страны.

3. По результатам расчета за 2013-2018 гг. исключительно высокий уровень пожарной опасности наблюдался в городе Улан-Баторе и северном регионе. Южный регион характеризуется высоким уровнем пожарной опасности. Восточный регион относится к среднему уровню пожарной опасности, а западный регион имеет низкое значение уровня пожарной опасности.

4. Дана оценка интегральных социально-экономических показателей пожарного риска (ИСЭППР), в результате которой построено ранжирование АТЕ Монголии по уровням пожарной опасности. Установлено, что: в Тувинском аймаке наблюдался исключительно высокий уровень пожарной опасности; в Увс, Дундговь, Умнуговь, Хувсгул, г. Улан-Баторе, Булган, Дархан-Уул – высокий уровень пожарной опасности, а остальные аймаки имеют средний и низкий уровни пожарной опасности.

5. В работе на основе принципа ALARP представлено обоснование следующих уровней индивидуального пожарного риска для Монголии: верхний предельный уровень; нижний предельный уровень; целевой уровень (нормативное значение). Показано, что нормативное значение индивидуального пожарного риска для Монголии не должно превышать  $2,3 \cdot 10^{-6} \left[ \frac{\text{жертва}}{\text{чел.}\cdot\text{год}} \right]$ .

6. По результатам исследования получено распределение административно-территориальных единиц Монголии по уровням пожарной опасности за 2013-2018 гг. и построены геоинформационные карты уровней пожарной опасности АТЕ.

7. С целью снижения пожарных рисков в АТЕ Монголии проведено исследование на основе теории массового обслуживания по установлению

необходимого количества пожарных подразделений и мест их дислокаций. Показано, что в центральной части г. Улан-Батора необходимо увеличить число пожарных подразделений на 6 единиц. В результате реорганизации пожарной охраны центральной части г. Улан-Батора среднее время прибытия к месту вызова уменьшается на 3 минуты, при этом среднее расстояние до объектов защиты сократится на 1,6 км, а уровень пожарной опасности центральной части г. Улан-Батора снизится на 10,4 %.

8. В работе получены уравнения (аппроксимирующие функции) зависимостей среднего количества погибших, травмированных людей и материального ущерба от пожаров в зависимости от среднего расстояния от места пожара до ближайшей пожарной части.

9. В ходе исследования разработаны: 1) алгоритм определения верхнего и нижнего предельных уровней индивидуального пожарного риска для Монголии; 2) алгоритм анализа и определения нормативной величины индивидуального пожарного риска; 3) модель управления пожарными рисками АТЕ Монголии.

**Основные положения диссертации опубликованы в следующих ведущих периодических изданиях из перечня ВАК:**

1. Байгалмаа, Энхтувшин. Результаты анализа статистики пожаров на территории Монголии [Электронный ресурс] / Байгалмаа Энхтувшин // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. Вып. 4 (80). – 2018. – С. 9-23. – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2018-4/04-04-18.ttb.pdf> (дата обращения 10.09.2018).

2. Байгалмаа, Э. Показатель верхнего и нижнего предельного уровня индивидуального пожарного риска для Монголии [Текст] / Н.Н. Брушлинский, Н.Л. Присяжнюк, Э. Байгалмаа // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2018. – №4 (48). С. 66–79.

3. Байгалмаа, Энхтувшин. Комплексная оценка пожарных рисков в Монголии [Текст] / Байгалмаа Энхтувшин // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2018. – № 4. – С. 69–77. DOI: 10.25257 / FE.2018.4.69-77

4. Байгалмаа, Э. Обоснование нормативной величины индивидуального пожарного риска для Монголии [Текст] / Н.Н. Брушлинский, С.В.Соколов, Н.Л. Присяжнюк, Э. Байгалмаа // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2019. – №3. – С. 26-33.

**Статьи, публикации в сборниках конференций:**

5. Байгалмаа, Э. Анализ пожарной обстановки в городе Улан-батор [Текст] / Э. Байгалмаа // Системы безопасности – 2017: материалы 26-й международной научно-технической конференции / под общ. ред. Н.Г. Топольского. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. – С. 169-172.

6. Байгалмаа, Энхтувшин. Оценка пожарных рисков в Монголии в период 2000-2016 годы [Текст] / Байгалмаа Энхтувшин // «Предупреждение. Спасение. Помощь». Сборник материалов XXVII Международной научнопрактической

конференции, 16 марта 2017 года. – Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. – 2017. С. 10-12.

7. Байгалмаа, Энхтувшин. Оценка комплексного показателя пожарной опасности городов Монголии [Текст] / Байгалмаа Энхтувшин // Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области обеспечения пожарной безопасности: сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 243-246.

8. Байгалмаа, Энхтувшин. Обоснование необходимого числа пожарных депо для крупнейших городов Монголии / Байгалмаа Энхтувшин // Матер. VII междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы техносферной безопасности – 2018». – М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 97–102.

9. Байгалмаа, Энхтувшин. Анализ пожарных рисков в Монголии за период 2000-2016 годов [Текст] / Байгалмаа Энхтувшин // Проблемы техносферной безопасности – 2018: материалы VII международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 137–144.

10. Байгалмаа, Энхтувшин. Провинции Монголии по уровню интегрального социально-экономического показателя пожарного риска [Текст] / Байгалмаа Энхтувшин // «Предупреждение. Спасение. Помощь». Сборник материалов XXIX Международной научнопрактической конференции, 21 марта 2019 года. – Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. – 2019. С. 4-8.

11. Байгалмаа, Энхтувшин. Показатели приемлемого индивидуального пожарного риска для Монголии [Текст] / Байгалмаа Энхтувшин // Проблемы техносферной безопасности – 2019: материалы VIII международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. – С. 97-102.

Подписано в печать 09.10.2020. Формат 60x84<sup>1/16</sup>.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,75. Тираж 100 экз. Заказ № 211.

---

Академия ГПС МЧС России. 129366, г. Москва, ул. Б. Галушкина, 4