

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

На правах рукописи



Чыонг Ван Хынг

**МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ
УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ОЦЕНКЕ УРОВНЕЙ ПОЖАРНОЙ
ОПАСНОСТИ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ**

Специальность: 2.3.4 – Управление в организационных системах
(технические науки)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
заслуженный работник высшей школы РФ,
кандидат технических наук, доцент
Присяжнюк Николай Леонидович

Москва – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ ВЬЕТНАМА.....	11
1.1. Анализ оценки уровней пожарной опасности административно-территориальных единиц.....	11
1.2. Социально-экономическая характеристика, связанная с возрастающей пожарной опасностью Вьетнама.....	13
1.3. Анализ показателей пожарной опасности на территории Вьетнама	16
1.3.1. Анализ характеристики пожарной обстановки во Вьетнаме	17
1.3.2. Исследование тенденции изменения показателей пожарной обстановки во Вьетнаме.....	23
1.3.3. Анализ статистики пожаров в административно-территориальных единицах Вьетнама.....	28
1.4. Анализ организационной системы управления пожарной безопасностью Вьетнама	31
1.5. Постановка задач исследования.....	34
Выводы по первой главе	36
ГЛАВА 2. МОДЕЛЬ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ПО ОЦЕНКЕ УРОВНЕЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЕДИНИЦАХ.....	37
2.1. Оценка основных интегральных пожарных рисков в административно-территориальных единицах Вьетнама.....	37
2.2. Оценка уровней пожарной опасности административно-территориальных единиц Вьетнама.....	40
2.3. Определение предельных уровней значения индивидуального пожарного риска для Вьетнама.....	46

2.4. Обоснование значения нормативного индивидуального пожарного риска для Вьетнама	60
2.5. Разработка модели поддержки принятия управленческого решения по оценке уровней пожарной опасности в административно-территориальных единицах Вьетнама	76
Выводы по второй главе	79
ГЛАВА 3. АЛГОРИТМ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ УРОВНЕЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЕДИНИЦАХ	80
3.1. Анализ факторов, влияющих на пожарные риски во Вьетнаме	80
3.2. Разработка многофакторных математических моделей	82
3.4. Разработка управленческих решений по снижению уровней пожарной опасности на основе прогнозных факторов	98
3.5. Эффективность применения управленческого решения для снижения уровней пожарной опасности	107
3.6. Разработка программы для поддержки принятия управленческих решений по оценке уровней пожарной опасности	112
Выводы по третьей главе	121
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	123
СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ	126
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	127
ПРИЛОЖЕНИЕ А. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О СОСТОЯНИИ ПОЖАРНОЙ ОБСТАНОВКИ ВЬЕТНАМА	141
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ	169
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ЛИСТИНГ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ	171
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. АКТЫ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ..	183

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Как известно, наряду с бурным развитием мировой экономики, происходит повышение уровня пожарной опасности. Экономическое развитие любой страны требует обеспечения должного уровня ее пожарной безопасности, что является одной из важнейших задач для снижения уровня пожарной опасности. Для этого необходимо применять организационно-технические меры по управлению пожарной безопасностью, в том числе с использованием современных управленческих решений.

Управление пожарным риском является важной частью обеспечения пожарной безопасности любой страны. Для управления пожарным риском важное значение имеет нормативная величина индивидуального пожарного риска (ИПР). Этот показатель позволяет специалистам по управлению пожарной безопасностью сопоставлять фактические значения ИПР с его нормативным значением. Во многих странах мира определены значения ИПР, но во Вьетнаме такой норматив пока не установлен, что усложняет управленческую деятельность в области пожарной безопасности [5].

Статистика пожарной охраны Вьетнама из года в год фиксирует тот факт, что на протяжении последнего десятка лет количество пожаров и социально-экономические потери от них остаются высокими. В стране ежегодно в среднем происходит свыше 2900 пожаров. На пожарах за последних десять лет погибло около ста и травмировано свыше ста семидесяти человек, в дым и пепел превратились ценности на сумму около 793 млрд донгов (33,8 млн долл.) [50].

Диссертационная работа посвящена решению актуальных задач оценки уровней пожарной опасности в административно-территориальных единицах (АТЕ) на основе интегральных социально-экономических показателей пожарного риска (ИСЭППР), обоснованию нормативного значения ИПР для Вьетнама. В работе разработаны модель, алгоритмы и программа для электронно-

вычислительных машин (ЭВМ) поддержки управленческих решений по оценке и снижению уровней пожарной опасности в АТЕ страны.

Качество принимаемых решений в области пожарной безопасности во многом зависит от того инструментария, которым пользуются специалисты в области противопожарной службы. В последние годы для этих целей стало активно использоваться математическое моделирование процессов и явлений, определяющих пожарные риски. Математические модели строятся на основе решения уравнений, описывающих пожарную обстановку. Поэтому качество принимаемых решений во многом зависит от понимания физических и социально-экономических процессов, ее определяющих, а также от адекватности разрабатываемых моделей.

Существующие математические модели существенно продвигают вперед науку управления в области пожарной безопасности, но по разным причинам упрощают, ограничивают возможности аналитиков в области оценки и прогнозирования пожарных рисков.

Происходит это по разным причинам: из-за недостаточной адекватности моделей и имеющихся пробелов в информационном обеспечении, уровня развития вычислительной техники (скорости решения задач, возможности используемой памяти, процессоров и т.п.).

К сегодняшнему дню появились новые решения конкретных прикладных задач в области повышения пожарной безопасности на основе моделей и алгоритмов, позволяющих подготавливать более обоснованные управленческие решения в динамически меняющейся пожарной обстановке.

Степень разработанности. Исследования автора опирались на теоретические и практические результаты отечественных и зарубежных ученых в области теории оценки уровня пожарной опасности и разработки систем поддержки принятия решений: Н.Н. Брушлинского [7, 9, 10, 12, 51, 96–99], Е.А. Мешалкина [38, 39, 73], В.А. Минаева [40, 42], В.Л. Семикова [60], С.В. Соколова [62, 96–99], Н.Г. Топольского [40, 42], А.А. Порошина [38, 39, 73], А.А. Быкова [2, 13], Г.Х. Харисова [74, 79], А.Г. Фирсова [38, 39, 73], В.А. Акимова

[1–3], С.С. Тимофеевой [65, 66], Н.Л. Присяжнюка [54, 57, 60], С.Ю. Попкова [52, 60], Е.А. Клепко [7, 60], Р.К. Marhavidas [102], P. Wagner [96–99], В.Л. Meacham [103], Yong Bai [107] и др.

В этих исследованиях рассмотрены вопросы оценки пожарных рисков и пожарной опасности на территории. Однако оценка влияния многих факторов на пожарную опасность и управления ими в административно-территориальных единицах мало изучены. Поэтому решаемая в диссертационной работе научная задача состоит в разработке модели и алгоритма поддержки принятия управленческих решений по оценке и снижению уровней пожарной опасности в административно-территориальных единицах.

Объектом исследования является система управления пожарной безопасностью в административно-территориальных единицах страны.

Предметом исследования выступают модель и алгоритмы поддержки управленческих решений в области пожарной безопасности административно-территориальных единиц страны.

Цель диссертационной работы заключается в разработке модели и алгоритма поддержки принятия управленческих решений по оценке и снижению уровней пожарной опасности в административно-территориальных единицах на основе оценки пожарных рисков.

Для достижения поставленной цели в диссертации необходимо решить следующие **задачи**:

1. Проанализировать показатели пожарной опасности, характеризующие пожарную обстановку во Вьетнаме и его АТЕ;
2. Исследовать интегральные социально-экономические показатели пожарных рисков и оценить уровни пожарной опасности АТЕ Вьетнама;
3. Разработать модель поддержки принятия управленческого решения по оценке уровней пожарной опасности в АТЕ на основе обоснования нормативного значения ИПР с целью усовершенствования системы управления пожарной безопасностью во Вьетнаме;

4. Разработать алгоритм и программную реализацию процедуры поддержки принятия управленческих решений по снижению уровней пожарной опасности АТЕ Вьетнама.

Научная новизна. В диссертационной работе впервые получены научные результаты:

1. Модель поддержки принятия управленческого решения по оценке уровней пожарной опасности в АТЕ Вьетнама. Основное отличие предлагаемой модели от известных состоит в том, что разработан критерий (нормативное значение пожарного риска) для контроля фактических значений пожарных рисков, что позволяет на альтернативной основе усовершенствовать управленческую деятельность в области пожарной безопасности.

2. Алгоритм поддержки принятия управленческих решений по снижению уровней пожарной опасности АТЕ. Отличительной особенностью алгоритма является разработка математических моделей множественной регрессии, показывающих зависимость между факторами, влияющими на пожарную опасность. Модели позволяют представить варианты управленческих решений по снижению пожарной опасности в АТЕ.

3. Функциональная структура программы для ЭВМ, позволяющая реализовать процедуру принятия решений по оценке уровней пожарной опасности и управлению влияющими факторами для снижения уровней пожарной опасности в АТЕ.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии теоретических основ использования нормативного значения ИПР для АТЕ Вьетнама, применении математических моделей по управлению факторами, влияющими на пожарную опасность, разработке модели и алгоритма принятия решений по оценке и снижению уровней пожарной опасности в АТЕ.

Практическая значимость работы заключается в обеспечении поддержки принятия управленческих решений лицом, принимающим решения по оценке и снижению уровней пожарной опасности АТЕ в практической деятельности противопожарной службы. Разработанные модель и алгоритм позволят сократить

время принятия управленческих решений, являющихся критически важными для управления пожарной безопасностью в АТЕ. Реализация предложенной модели и алгоритма в программе для ЭВМ позволяет сократить временные затраты на обработку и структурирование данных, а также визуализацию и интерпретацию процесса.

Методология и методы исследования. Методологической основой исследования являются принципы системного анализа, методы теории принятия решений, методы математического моделирования, методы математической статистики.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Результаты анализа показателей пожарной опасности, характеризующие пожарную обстановку во Вьетнаме и его АТЕ.
2. Результаты оценки уровней пожарной опасности АТЕ Вьетнама.
3. Модель поддержки принятия управленческого решения по оценке уровней пожарной опасности в АТЕ Вьетнама на основе обоснованного нормативного значения ИПР.
4. Алгоритм поддержки принятия управленческих решений по снижению уровней пожарной опасности АТЕ.
5. Программа для ЭВМ поддержки принятия управленческих решений по оценке и снижению уровней пожарной опасности АТЕ.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов работы достигнута за счет использования официальных статистических данных, обеспечена использованием апробированного математического аппарата, соответствующих цели и задачам исследования.

Основные результаты диссертации доложены и обсуждены на международной научно-практической конференции «Гражданская оборона на страже мира и безопасности» (г. Москва, 2022 г.); Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности» (г. Москва, 2022-2023 гг.); Международной научно-технической конференции «Системы безопасности» (г. Москва, 2022-2023 гг.);

научном семинаре «Социально-экономические аспекты принятия управленческих решений» (г. Москва, 2022-2024 гг.); XVII международной научно-практической конференции, посвященной 90-й годовщине образования гражданской обороны «Пожарная и аварийная безопасность» (г. Иваново, 2022 г.); I-ой международной научно-практической конференции «Риск-ориентированные подходы к устойчивому развитию» (г. Улан-Батор, 2023 г.); XIII-ой международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (г. Кокшетау, 2022 г.); XII-ой международной научной конференции «Пожарная безопасность в условиях современности» (г. Кокшетау, 2024 г.).

Внедрение результатов работы. Результат диссертационной работы используются:

– в Главном управлении пожарной охраны и аварийно-спасательной службы (ГУПО и АСС) Министерства общественной безопасности (МОБ) Вьетнама (применение модели, алгоритма и программы для ЭВМ поддержки принятия управленческих решений по оценке и снижению УПО АТЕ Вьетнама);

– в учебном процессе Института пожарной безопасности МОБ Вьетнама при разработке фондовых лекций по дисциплине «Управление пожарной безопасностью» и при разработке методических рекомендаций по поддержке управления пожарной безопасностью в АТЕ Вьетнама;

– в учебном процессе Академии Государственной противопожарной службы МЧС России при изучении дисциплины «Экономическая оценка управленческих решений в области пожарной безопасности», преподаваемой на кафедре Организации деятельности пожарной охраны (в составе учебно-научного комплекса систем обеспечения пожарной безопасности).

Реализация результатов исследования подтверждается актами внедрения (Приложение Г).

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 19 работ, из них 5 – в изданиях, рекомендованных ВАК России; 14 работ – в других

научных изданиях, получено 1 свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Личный вклад автора. В совместных публикациях [5, 8, 55, 56, 82–88, 91, 92] результаты, связанные с анализом текущей ситуации в исследуемой области, разработкой математических моделей, алгоритмов, выполнены автором самостоятельно. В разработанной программе для ЭВМ автором определены основные функции и требования к программе.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка используемых сокращений, списка литературы и четырех приложений. Общий объем диссертации – 186 страниц машинописного текста. Работа иллюстрирована 55 рисунками и содержит 46 таблиц. Список литературы включает в себя 107 наименований.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ ВЬЕТНАМА

В первой главе проведен анализ исследований, связанных с оценкой уровня пожарной опасности АТЕ. Представлен анализ параметров, характеризующих обстановку с пожарами во Вьетнаме и его АТЕ. Получена тенденция изменения основных показателей пожарной обстановки в АТЕ Вьетнама. Проведен анализ организационной структуры основных элементов системы обеспечения пожарной безопасности Вьетнама. Проведено обоснование цели и задач исследования.

1.1. Анализ оценки уровней пожарной опасности административно-территориальных единиц

Исследования по оценке уровней пожарной опасности проводились учеными: В.М. Гаврилей, Е.А. Мешалкин, В.Л. Семиков, С.Н. Минаев, Р.Г. Панова, А.Г. Фирсов и др. [52].

Авторы научных исследований [19] отмечали, что эффективность деятельности подразделений пожарной охраны в значительной степени зависит от факторов, характеризующих региональные особенности АТЕ.

Критерий пожарной опасности АТЕ K_{no}^{α} авторы работы представляли как функцию ряда переменных, характеризующих вероятность возникновения пожаров P_n и размеры последствий от них P_y [52]:

$$K_{no}^{\alpha} = f(P_n; P_y), \quad (1.1)$$

В работах [38, 39, 73] были разработаны системы климатических показателей, влияющих на пожарную обстановку в регионах России.

Для решения организационно-управленческих задач по обеспечению пожарной безопасности таких сложных социально-экономических систем, как АТЕ и страны в целом, разработана теория интегральных (территориальных) пожарных рисков [7, 40–42, 51, 52, 54, 62, 65].

В работе [52] была разработана методика оценки УПО для принятия управленческих решений по обеспечению пожарной безопасности на основе комплексного показателя (K_{no}^c).

$$\prod_{i=1}^3 \frac{R_i^c}{R_i^e} = \frac{R_1^c}{R_1^e} \cdot \frac{R_2^c}{R_2^e} \cdot \frac{R_3^c}{R_3^e} = \left(\frac{R_3^c}{R_3^e} \right)^2 = K_{no}^c, \quad (1.2)$$

где K_{no}^c – комплексный показатель пожарной опасности сельских населенных пунктов; R_1^e, R_2^e, R_3^e – группа пожарных рисков в городах субъекта РФ и R_1^c, R_2^c, R_3^c – группа пожарных рисков в сельской местности.

В исследовании [65] представлена методика оценки пожарной опасности в субъекте России Сибирского федерального округа на основе комплексного показателя пожарной опасности.

В работе [54] предложена методика оценки интегрального социально-экономического показателя пожарного риска (ИСЭППР), позволяющая ранжировать АТЕ по уровню пожарной опасности.

$$R_{cэ} = R_z^* \cdot k_1 + R_m^* \cdot k_2 + R_y^* \cdot k_3, \quad 0 \leq R_{cэ} \leq 1, \quad (1.3)$$

где $R_{cэ}$ – ИСЭППР; R_z^* – стандартизированный риск гибели людей при пожаре; R_m^* – стандартизированный риск травматизма людей при пожаре; R_y^* – стандартизированный риск прямого ущерба от пожара.

$$R_i^* = \frac{R_i - R_{i\min}}{R_{i\max} - R_{i\min}}, \quad 0 \leq R_i^* \leq 1, \quad (1.4)$$

где R_i^* – стандартизированный i -й риск; R_i – значение i -го риска; $R_{i\min}$ и $R_{i\max}$ – минимальный и максимальный i -й риск в общем количестве анализируемых АТЕ.

Среди проведенных исследований по пожарным рискам во Вьетнаме можно отметить ряд работ [40–42], в которых представлена оценка пожарных рисков и типологизация территорий по состоянию пожарной обстановки.

В работе авторов [40, 42] представлена типологизация территорий по состоянию пожарной обстановки и оптимального управления ресурсами противопожарной службой во Вьетнаме в типологических кластерах.

1.2. Социально-экономическая характеристика, связанная с возрастающей пожарной опасностью Вьетнама

Противопожарная и аварийно-спасательная работа имеет особую роль, положение и значение, тесно связана с процессом экономического и социального развития страны. Как правило, чем больше развивается экономика и общество, тем выше и сложнее становится потенциальный риск пожара, с непредсказуемыми последствиями. Кроме того, в условиях глобализации и все более глубокой международной интеграции, наряду с движением рыночных механизмов, процессы индустриализации, урбанизации, изменения климата и экстремальных погодных условий увеличивают риски возникновения пожаров, взрывов, стихийных бедствий и эпидемий для населения всех стран мира, включая Вьетнам.

Вьетнам расположен в центре Юго-Восточной Азии, на востоке Индокитайского полуострова. Площадь территории Вьетнама составляет 331,2 тыс. км² [25]. Население – 98,6 млн человек, в том числе в городах – 37,2 млн человек (37,7 %) [45, 78, 84].

На рисунке 1.1 представлена численность населения Вьетнама в городах, сельской местности и целом за период 2013–2022 гг. [25, 48, 84].

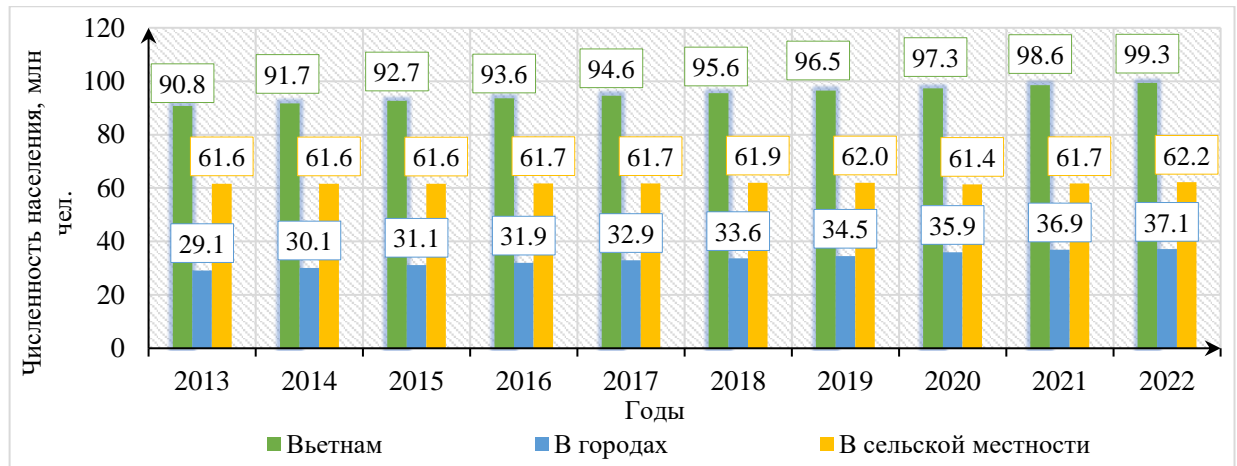


Рисунок 1.1 – Динамика численности населения во Вьетнаме (2013–2022 гг.)

Население Вьетнама с годами имеет тенденцию к увеличению. С 2013 года население составляло 90,8 млн человек, через 10 лет до 2022 года оно увеличилось на 8,5 млн человек (почти 10 %), достигнув 99,3 млн человек. При этом городское население имеет тенденцию к заметному увеличению. С 2013 года городское население составляет 29,1 млн человек, что составляет 32,1%, к 2022 году оно составит 37,1 млн человек, что составляет 37,4% всего населения страны. Для сельского населения за 10 лет существенных изменений не произошло. В 2013 году население составляло 61,6 млн человек, а к 2022 году – 62,2 млн человек [25, 48, 84].

В настоящее время Вьетнам остается одной из самых быстрорастущих экономик Азии. На рисунке 1.2 представлена динамика изменения ВВП и его роста за 10 лет (2013–2022 гг.) во Вьетнаме.

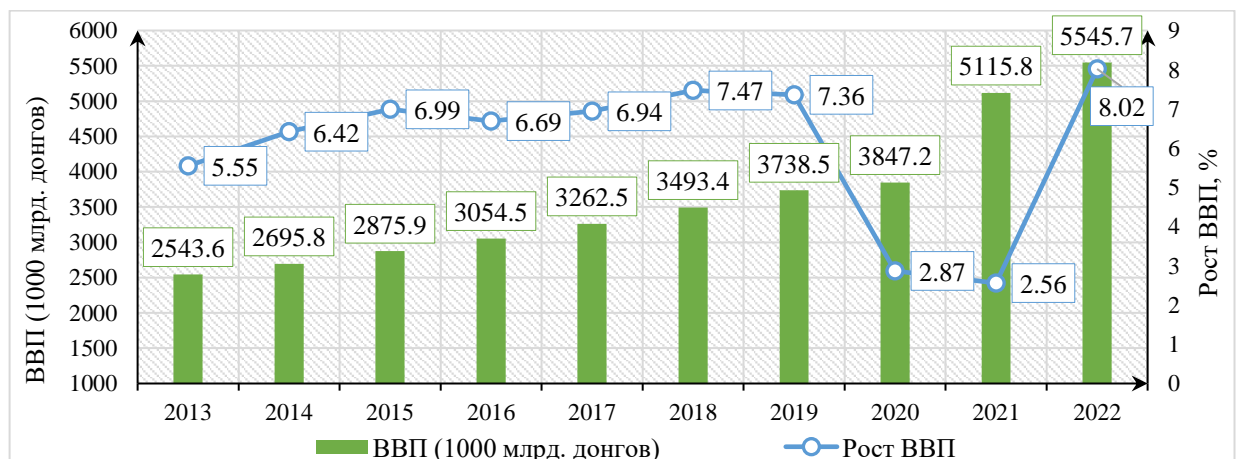


Рисунок 1.2 – Динамика изменения ВВП и его рост во Вьетнаме за период 2013–2022 гг.

В периоде 2013–2022 гг. среднегодовой темп роста валового внутреннего продукта (ВВП) составляет порядка 6,04%. В 2022 году экономика Вьетнама восстановилась от последствий пандемии и достигла самых высоких темпов роста ВВП за всю историю – 8,02% [45, 78, 84].

Вьетнам делится на 6 социально-экономических регионов, включающих 58 провинций и 5 городов. Административное деление – определено в Конституции Вьетнама и представлено на рисунке 1.3 [58].



Рисунок 1.3 – Социально-экономические регионы Вьетнама

Социальные показатели регионов по данным 2022 года представлены в таблице 1.1 [48].

Таблица 1.1 – Социальные показатели регионов Вьетнама за 2022 г.

Социально-экономические регионы Вьетнама	Население, тыс. чел.	Плотность населения, чел./км ²	Количество людей проживающих в городах, тыс. чел.	Количество людей проживающих в сельской местности, тыс. чел.	Административный центр	Население, тыс. чел.
Северный Мидлендс и горные провинции	12925,07	136	2646,91	10278,16	Тхайнгуен	1323,15
Дельта Хонгхи	23224,84	1091	8731,05	14493,79	Ханой	8330,83
Центральное побережье	20584,91	215	6681,29	13903,61	Дананг	1195,49
Центральное нагорье	6033,76	111	1745,10	4288,66	Даклак	1909,00
Юго-Восточный	18315,00	778	12165,00	6150,00	Хошимин	9166,84
Дельта Меконга	17422,62	426	4595,34	12827,28	Кантхо	1246,99
Всего	98506,19	297	36564,68	61941,51	-	-

Самая высокая плотность населения в стране относится к Дельта Хонгхи и Юго-Восточному региону, соответственно 1091 чел./км² и 778 чел./км². Северный Мидлендс и горные провинции и Центральное нагорье являются двумя регионами с самой низкой плотностью населения: 136 чел./км² и 111 чел./км² соответственно.

1.3. Анализ показателей пожарной опасности на территории Вьетнама

В связи с ростом социально-экономического развития по всей стране в больших масштабах появляются индустриальные парки, экспортно-перерабатывающие комплексы, высокотехнологичные комплексы, концентрированные хозяйственные комплексы, все большую популярность

приобретают технологические линии, увеличивается объем товаров и оборудования объектов. Огневзрывоопасные свойства многих новых устройств, технологических процессов и материалов также стали более сложными и опасными [9, 10, 66, 84].

1.3.1. Анализ характеристики пожарной обстановки во Вьетнаме

В таблицах 1.2–1.3 приведены основные показатели пожаров и их последствий во Вьетнаме [50, 55, 70, 84, 87].

Таблица 1.2 – Количество пожаров и их последствий во Вьетнаме за период 2013–2022 гг. [84]

Показатели	Годы									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество пожаров, <i>ед.</i>	Всего									
	2624	2375	2792	3006	3794	4047	3790	2764	2245	1748
	В городах									
	1348	1308	1658	1749	2346	2505	2649	1443	1172	969
	В сельской местности									
	1276	1067	1134	1257	1448	1542	1141	1321	1073	779
Погибло при пожаре, <i>жертв.</i>	Всего									
	60	90	62	98	99	97	85	75	85	112
	В городах									
	40	50	35	54	59	60	55	55	64	88
	В сельской местности									
	20	41	27	44	40	37	30	20	21	24
Травмировано при пожаре, <i>травм.</i>	Всего									
	199	143	264	180	182	211	177	144	130	96
	В городах									
	119	107	170	120	109	132	112	80	82	64
	В сельской местности									
	80	36	94	60	73	79	65	64	48	32

Для анализа материального ущерба от пожаров во Вьетнаме по годам следует его приводить к базовому году через коэффициенты пересчета в ценах на 01.01.2023 г., которые представлены в таблице 1.3 [50, 55, 57, 70, 84, 87].

Таблица 1.3 – Материальный ущерб от пожаров во Вьетнаме в ценах на 01.01.2023 г.

Годы	Инфляции во Вьетнаме, (%) [12]	Прямой ущерб по годам (млрд донгов)	Коэффициент пересчета ущерба	Прямой ущерб с пересчетом (млрд донгов)	Прямой ущерб в городах (млрд донгов)	Прямой ущерб в сельской местности (млрд донгов)
2013	6,60	1167,54	1,35	1579,61	968,10	611,51
2014	4,09	1017,91	1,27	1291,89	735,32	556,57
2015	0,63	1157,73	1,22	1411,62	881,89	529,73
2016	2,66	439,87	1,21	532,97	326,83	206,14
2017	3,53	870,75	1,18	1027,72	610,21	417,51
2018	3,54	1207,75	1,14	1376,87	853,31	523,56
2019	2,79	868,16	1,10	955,89	570,11	385,78
2020	3,23	936,96	1,07	1003,64	588,57	415,07
2021	1,84	875,10	1,04	908,05	586,76	321,29
2022	1,89	699,69	1,02	712,91	499,01	213,90

Из приведенных таблиц видно, что за период с 2013 по 2018 годы наблюдается рост числа пожаров, после 2018 года наблюдается их уменьшение. Тенденция к увеличению числа погибших от пожаров во Вьетнаме наблюдается за период 2020–2022. В частности, в 2020 г. – 75 жертв, в 2021 г. – 85 жертв, а самое высокое число погибших за 10 лет наблюдается в 2022 году – 112 жертв.

Число травматизма высокое в 2015 и 2018 годах, а после наблюдается заметное снижение. За 10 лет самое высокое число травмированных людей от пожаров относится к 2015 году, где число травмированных составило 264 человека.

Самый высокий прямой ущерб 1579,61 млрд донгов наблюдался в 2013 году, кроме этого, в 2015 году отмечен высокий ущерб от пожаров, который составил 1411,62 млрд донгов.

На основании данных [50, 55, 70, 84, 87] были получены средние значения количества пожаров и их последствий по основным видам объектов во Вьетнаме, которые представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Среднее значение количества пожаров и их последствий по различным видам объектов во Вьетнаме за период 2013–2022 гг.

Вид объекта	Количество пожаров, (ед.·год⁻¹)	Прямой ущерб, (млрд донгов·год⁻¹)	Число погибших, (чел.·год⁻¹)	Число травмированных, (чел.·год⁻¹)	Число уничтоженных объектов, (ед.·год⁻¹)
Жилой сектор	1628,5	416,1	42,1	87,7	225,4
Административные объекты	26,2	42,4	5,3	8,1	27,5
Промышленные объекты	455,3	348,2	13,0	28,2	123,9
Торговые объекты	73,0	37,4	6,4	6,4	21,0
Объекты транспорта	172,2	59,5	5,1	12,3	78,9
Складские объекты	289,0	74,8	4,0	7,4	37,2
Новостройки	43,8	16,9	1,7	1,3	9,8
Электростанции, подстанции	2,9	14,6	0,8	3,1	0,9
Другие объекты	227,7	70,3	7,8	18,2	92,2
Итого	2918,5	1080,12	86,2	172,7	616,9

Самым частым местом возникновения пожаров являются объекты жилого сектора, именно они определяют основную динамику пожаров во Вьетнаме, на

которые приходится 55,8% всех пожаров в стране, 38,5% прямого ущерба, 48,9% гибели и 50,8% травмированных людей [84].

На рисунках 1.4–1.7 представлены средние значения числа погибших и травмированных людей в результате пожаров по возрасту (рисунок 1.4), дням недели (рисунок 1.5), часам суток (рисунок 1.6) и социальному статусу (рисунок 1.7) за период 2013–2022 гг. [38, 41, 42, 54, 65, 84].

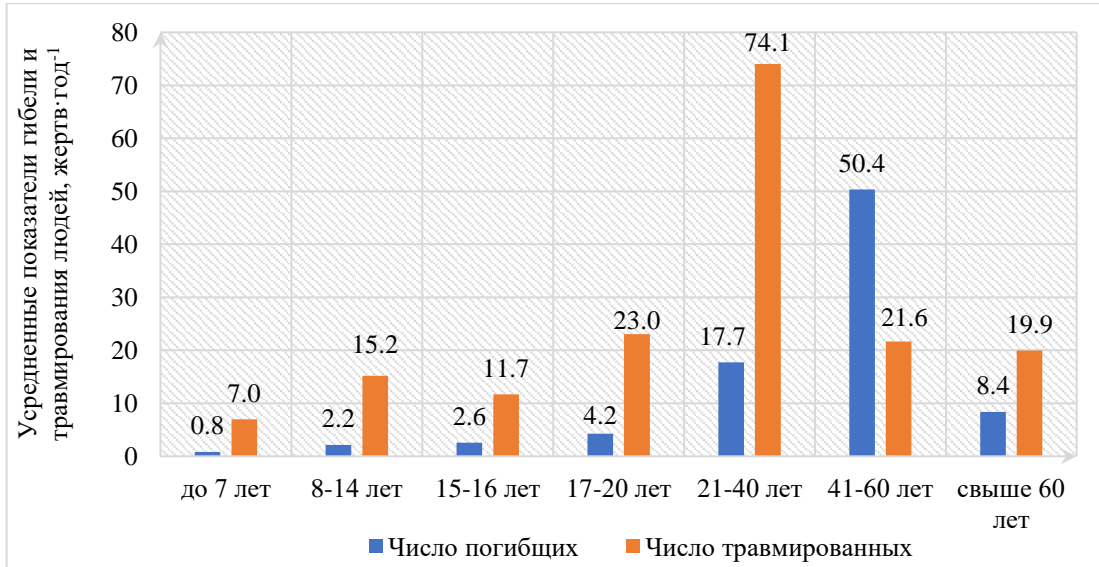


Рисунок 1.4 – Число погибших и травмированных людей при пожаре по возрасту во Вьетнаме (средние значения за 2013–2022 гг.)

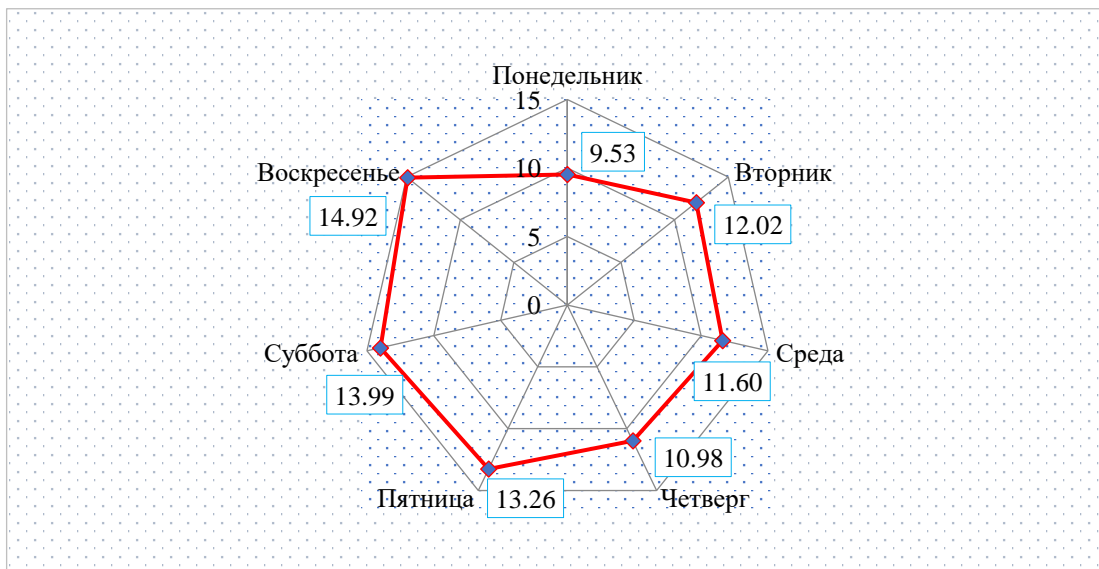


Рисунок 1.5 – Число погибших людей при пожаре по дням недели во Вьетнаме (средние значения за 2013–2022 гг.)

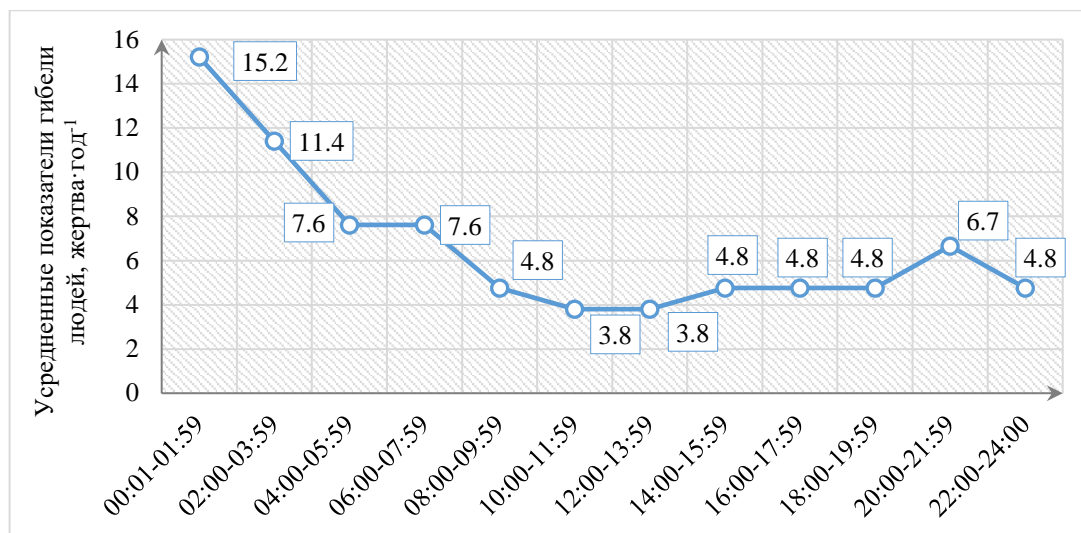


Рисунок 1.6 – Число погибших людей при пожаре по часам суток во Вьетнаме (средние значения за 2013–2022 гг.)

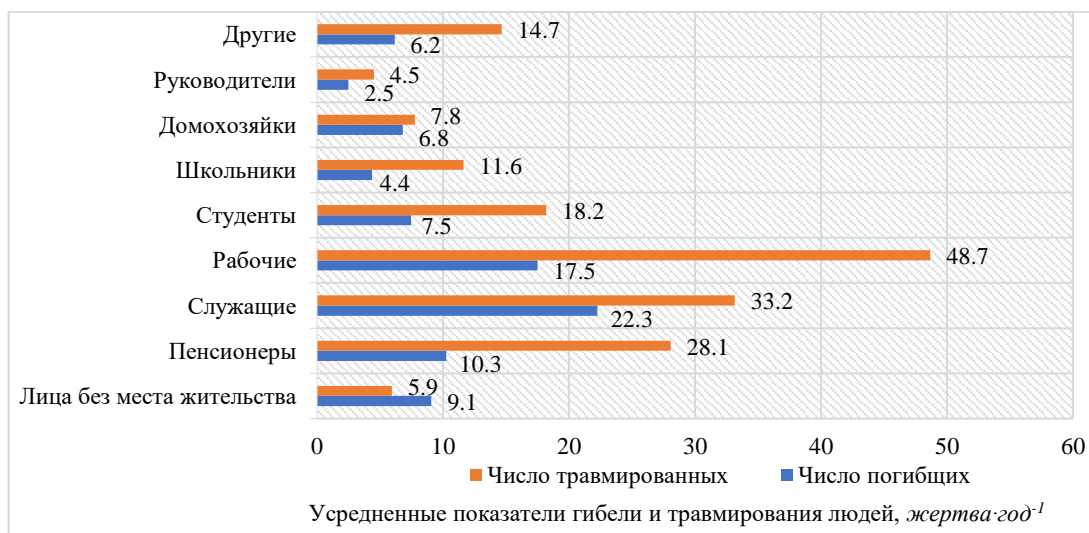


Рисунок 1.7 – Число погибших и травмированных людей при пожаре по социальному статусу во Вьетнаме (средние значения за 2013–2022 гг.)

Анализ статистики показывает, что наибольшее количество погибших людей в возрасте 41–60 лет. Кроме того, в возрасте 21–40 лет также наблюдалось большое количество. По дням недели самое высокое число погибших при пожаре наблюдаются в воскресенье (17,3%) и субботу (16,1%).

По часам суток наиболее опасный период – с 00:01 до 01.59 часов, где в среднем погибает 15 чел. в год. По социальному статусу наибольшее количество

погибших и травмированных людей – это рабочие, пенсионеры и служащие, а наименьшее число – это руководители и школьники.

На рисунке 1.8 представлены средние значения числа погибших на 100 пожаров по 33 странам мира [96–99].

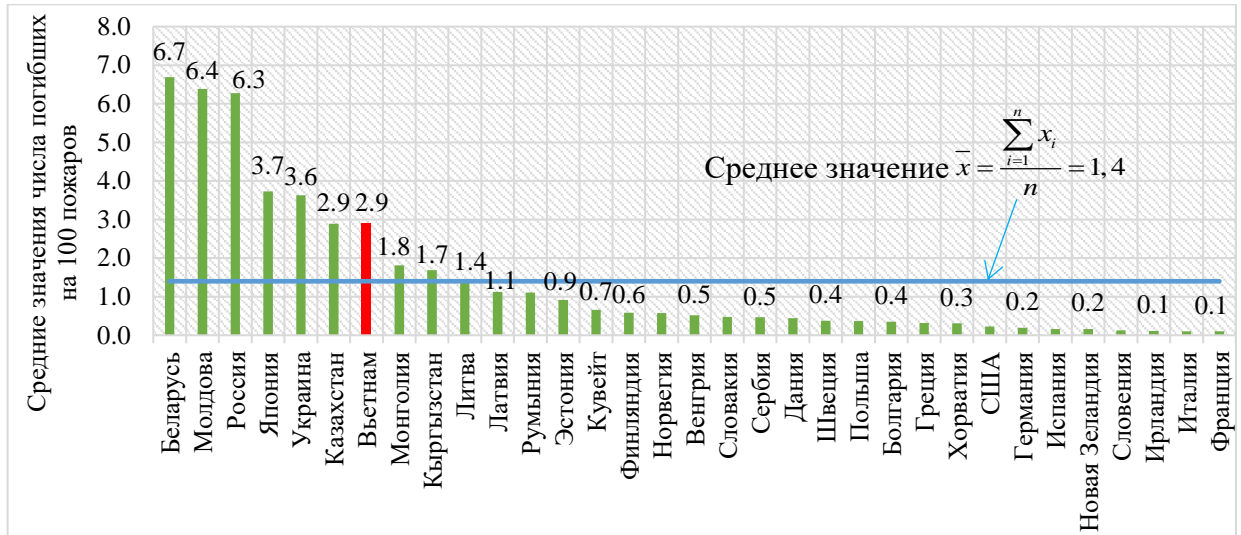


Рисунок 1.8 – Средние значения числа погибших на 100 пожаров по ряду стран за период 2013–2022 гг.

В период с 2010 г. по 2022 г. Вьетнам занимал 7-е место по значению числа погибших на 100 пожаров, где среднее значение составляет 1,4 чел. Установлено, что количество пожаров во Вьетнаме намного меньше, чем в других странах, но число погибших на 100 пожаров выше [84].

Распределение числа пожаров по причинам возникновения представлено на рисунке 1.9 [84].



Рисунок 1.9 – Процентное распределение причин пожаров во Вьетнаме за период 2013–2022 гг.

Анализ причин пожаров во Вьетнаме за период 2013–2022 гг. показывает, что основная причина – неосторожное обращение с огнем (54,2%). На втором месте – это техногенные пожары (27,1%), а на иные причины приходится 6,3% от общего числа пожаров.

1.3.2. Исследование тенденции изменения показателей пожарной обстановки во Вьетнаме

Кроме анализа последствий от пожаров, важно исследовать тенденцию изменения параметров пожарной обстановки для принятия мер по обеспечению пожарной безопасности в стране.

Использование метода наименьших квадратов позволяет построить аппроксимирующую функции распределения важных случайных величин (количество пожаров, число погибших и материальный ущерб) по годам. Исходные данные представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Исходные данные для построения аппроксимирующей функции

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i (год исследования)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
y_{1i} (количество пожаров)	2624	2375	2792	3006	3794	4047	3790	2764	2245	1748
y_{2i} (число погибших)	60	90	62	98	99	97	85	75	85	112
y_{3i} (число травмированных)	199	143	264	180	182	211	177	144	130	96
y_{4i} (материальный ущерб)	1579,6	1291,9	1411,6	533,0	1027,7	1376,9	955,9	1003,6	908,1	712,9

Пусть $y_i, i = 1, 2, \dots, n$ – набор скалярных экспериментальных данных (количество пожаров, число погибших, травмированных и материальный ущерб), $x_i, i = 1, 2, \dots, n$ – набор векторных экспериментальных данных (порядковый год исследования) и предполагается, что y зависит от x . Метод наименьших квадратов требует найти аппроксимирующую функцию $y = f(x)$, чтобы сумма квадратов отклонений: $\varphi = \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2$ была наименьшей [6, 31, 57, 80, 84, 87].

Для построения аппроксимирующей функции рассматривались следующие виды уравнений:

1. Экспоненциальное уравнение:

$$y = ae^{b \cdot x}. \quad (1.5)$$

2. Линейное уравнение:

$$y = ax + b. \quad (1.6)$$

3. Логарифмическое уравнение:

$$y = a \ln x + b. \quad (1.7)$$

4. Полиномиальное уравнение (квадратичное):

$$y = ax^2 + bx + c. \quad (1.8)$$

5. Степенное уравнение:

$$y = ax^b. \quad (1.9)$$

Полученные разные аппроксимирующие функции основных показателей пожарной обстановки и рассчитанная сумма квадратов отклонений представлены в таблице 1.6.

Из таблицы 1.6 видно, что для случайной величины количества пожаров и травмированных соответствуют уравнению аппроксимации вида $y = f(x) = ax^2 + bx + c$. Для случайной величины количества погибших и материального ущерба соответствуют уравнению аппроксимации вида $y = f(x) = a \ln x + b$.

Из приведенного расчета по методу наименьших квадратов, количество пожаров за период 2013–2022 гг. выражается квадратичной функцией [84]:

$$y = f(x) = -81,7x^2 + 871,5x + 1309,8. \quad (1.10)$$

Таблица 1.6 – Аппроксимирующие функции и сумма квадратов отклонений основных показателей пожарной обстановки во Вьетнаме за период 2013-2022 гг.

Наименование показателей	№	Виды функции аппроксимации	Сумма квадратов отклонений
Число пожаров	1	$y = 3164 \cdot e^{-0,02 \cdot x}$	$\varphi_1 = 5071837$
	2	$y = -38,358x + 3129,5$	$\varphi_2 = 4931466$
	3	$y = 48,852 \ln(x) + 2844,7$	$\varphi_3 = 5041307$
	4	$y = -81,712x^2 + 871,48x + 1309,8$	$\varphi_4 = 1344627$
	5	$y = 2867,7 \cdot x^{0,009}$	$\varphi_5 = 5045546$
Число погибших при пожаре	1	$y = 70,036 \cdot e^{0,0347 \cdot x}$	$\varphi_1 = 1900,1$
	2	$y = 2,7697x + 71,067$	$\varphi_2 = 1867,2$
	3	$y = 12,819 \ln(x) + 66,937$	$\varphi_3 = 1705,4$
	4	$y = -0,3333x^2 + 6,4364x + 63,733$	$\varphi_4 = 1808,6$
	5	$y = 66,196 \cdot x^{0,1636}$	$\varphi_5 = 1742,3$
Число травматизма при пожаре	1	$y = 233,83 \cdot e^{-0,062x}$	$\varphi_1 = 13503,4$
	2	$y = -9,685x + 225,87$	$\varphi_2 = 12326,2$
	3	$y = -30,36 \ln(x) + 218,45$	$\varphi_3 = 15607,9$
	4	$y = -2,784x^2 + 20,94x + 164,62$	$\varphi_4 = 8233,6$
	5	$y = 222,9 \cdot x^{-0,193}$	$\varphi_5 = 16601,8$
Материальный ущерб от пожаров	1	$y = 1404,4 \cdot e^{-0,056 \cdot x}$	$\varphi_1 = 625984,9$
	2	$y = -66,12x + 1443,8$	$\varphi_2 = 619505,7$
	3	$y = -294,6 \ln(x) + 1525$	$\varphi_3 = 560530,3$
	4	$y = 6,268x^2 - 135,07x + 1581,7$	$\varphi_4 = 598760,5$
	5	$y = 1509,7 \cdot x^{-0,253}$	$\varphi_5 = 565557,7$

Проведены аналогичные расчеты аппроксимирующих функций количества пожаров в городах и сельской местности, а результаты представлены на рисунке 1.10. Количество пожаров во Вьетнаме в период с 2013 по 2018 г. имеет тенденцию к увеличению, а затем постепенно уменьшалось [84].

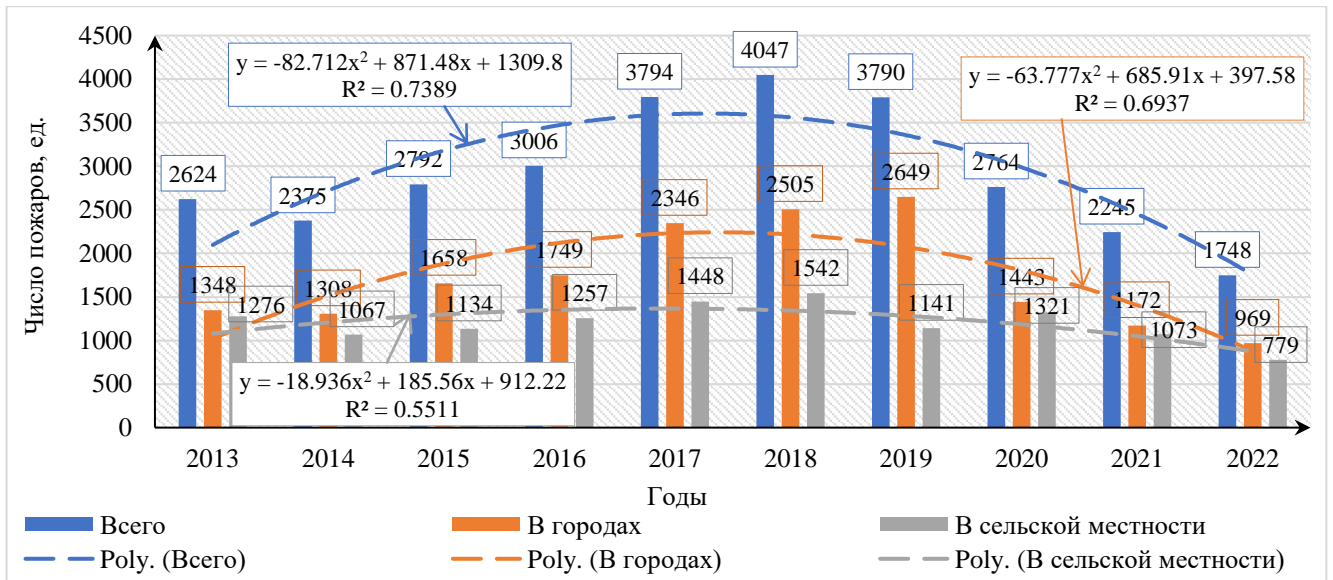


Рисунок 1.10 – Динамика числа пожаров и ее линия тренда за 2013–2022 гг.

Динамика числа погибших при пожарах и ее линия тренда во Вьетнам представлена на рисунке 1.11.

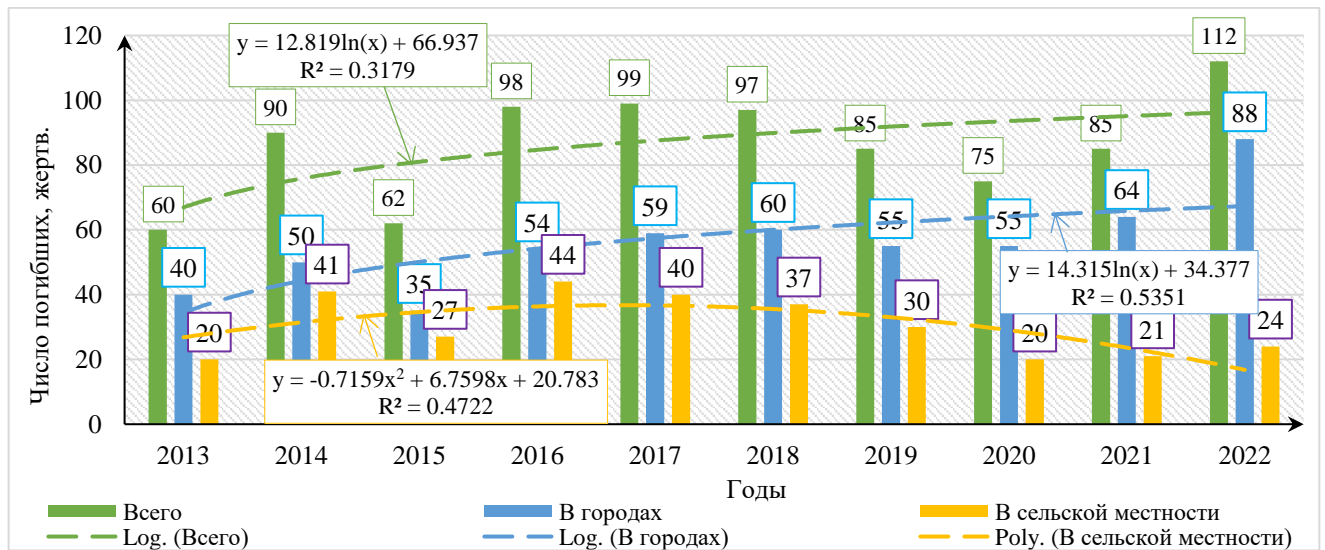


Рисунок 1.11 – Динамика числа погибших при пожаре и ее линия тренда за 2013–2022 гг.

В городах и по стране за 10 лет усматривается тенденция к увеличению гибели людей, а в сельской местности – к снижению [84].

Динамика количества травмированных при пожарах представлена на рисунке 1.12, а на рисунке 1.13 приведена динамика прямого ущерба от пожаров во Вьетнаме за период 2013–2022 гг.

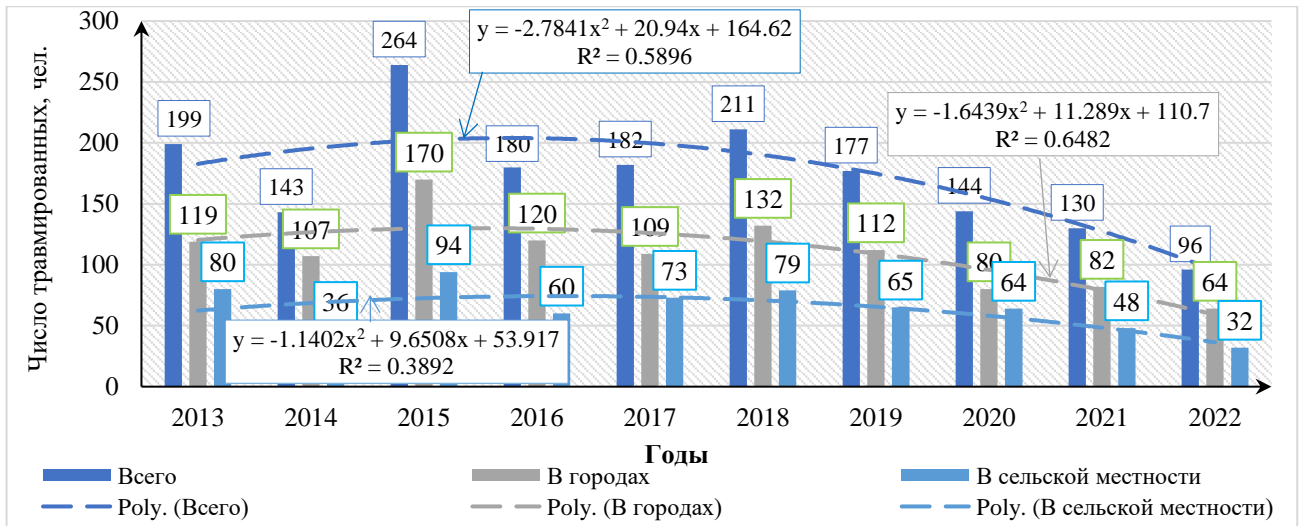


Рисунок 1.12 – Динамика числа травмированных при пожаре и ее линия тренда за период 2013–2022 гг.

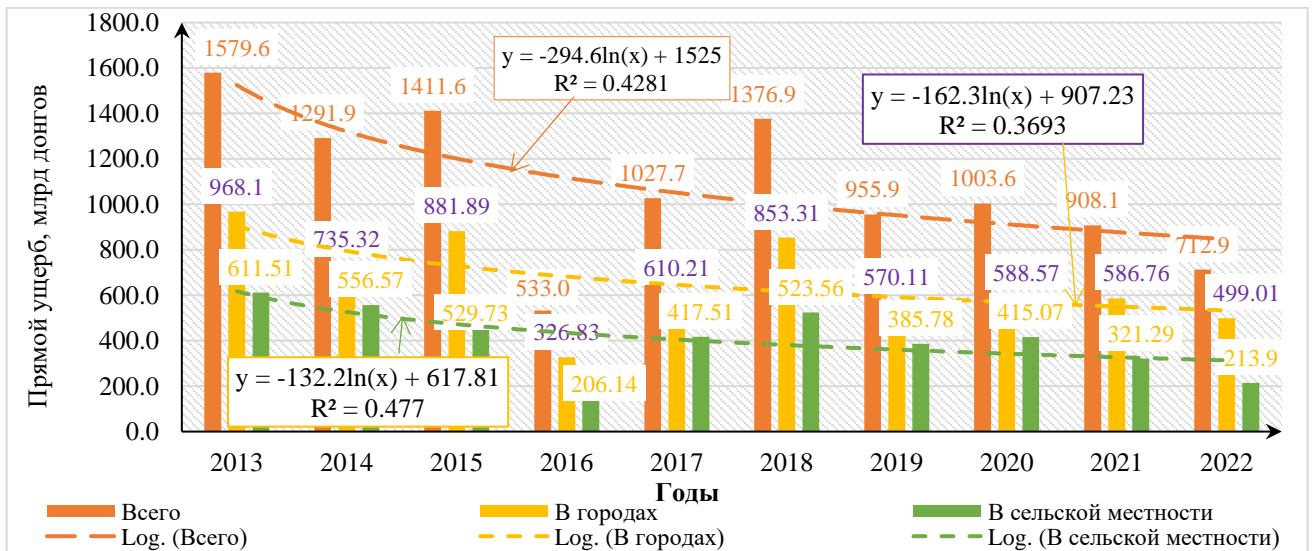


Рисунок 1.13 – Динамика материального ущерба от пожаров и ее линия тренда за период 2013–2022 гг.

Количество травмированных при пожарах во Вьетнаме за период 2013–2022 гг. выражается квадратичной аппроксимацией. В городах, сельской местности и по стране за 10 лет усматривается тенденция к снижению травматизма людей при пожарах.

Материальный ущерб от пожаров за период 2013–2022 гг. выражается логарифмической функцией. За 10 лет в целом во Вьетнаме, в городах и сельской местности наблюдается заметное снижение материального ущерба.

1.3.3. Анализ статистики пожаров в административно-территориальных единицах Вьетнама

Территория Вьетнама разделена на 63 административно-территориальные единицы [42, 58]. На рисунках 1.14–1.17 представлены средние значения числа пожаров и их последствий в АТЕ Вьетнама за период 2013–2022 гг. [50].

Распределение числа пожаров и последствий от пожаров в АТЕ Вьетнама неоднородно. Из рисунка 1.14 видно, что количество пожаров в двух крупнейших городах Вьетнама (это Ханой и Хошимин) намного выше, чем в остальных провинциях и городах. В Ханое за период 2013–2022 гг. происходило около 549 пожаров, что в 12 раз выше, чем в среднем по 63 АТЕ ($46 \text{ пож.} \cdot \text{год}^{-1}$). За последние 10 лет в Хошимине ежегодно происходило 386 пожаров, что в 8,4 раза выше, чем в среднем по 63 АТЕ. Кроме того, в крупных городах и провинциях, таких как Дананг ($155 \text{ пож.} \cdot \text{год}^{-1}$), Тханьхоа ($91 \text{ пож.} \cdot \text{год}^{-1}$), Бингдинь ($90 \text{ пож.} \cdot \text{год}^{-1}$) число пожаров также больше, чем в других провинциях страны.

Наиболее высокое среднее число погибших (рисунок 1.15) за период 2013–2022 гг. наблюдается в городах: Ханой ($15,3 \text{ жертв.} \cdot \text{год}^{-1}$), Хошимин ($13,8 \text{ жертв.} \cdot \text{год}^{-1}$) и Биньзыонг ($4,4 \text{ жертв.} \cdot \text{год}^{-1}$), где среднее значение этого числа по всем 63 АТЕ составляет $1,4 \text{ жертв.} \cdot \text{год}^{-1}$.

Высокие числа травматизма (рисунок 1.16) наблюдаются в городах и провинциях: Хошимин ($35,2 \text{ травм.} \cdot \text{год}^{-1}$), Ханой ($20,7 \text{ травм.} \cdot \text{год}^{-1}$) и Тханьхоа ($11,3 \text{ травм.} \cdot \text{год}^{-1}$), где среднее этого значения по 63 АТЕ составляет $2,7 \text{ травм.} \cdot \text{год}^{-1}$.

За период 2013–2022 гг. самое высокое значение материального ущерба (рисунок 1.17) наблюдается в провинциях: Ханой ($144,3 \text{ млрд донг.} \cdot \text{год}^{-1}$), Хошимин ($107,6 \text{ млрд донг.} \cdot \text{год}^{-1}$), Хайзыонг ($62,9 \text{ млрд донг.} \cdot \text{год}^{-1}$), Бакнинь ($62,4 \text{ млрд донг.} \cdot \text{год}^{-1}$), что выше среднего значения по 63 АТЕ ($17,1 \text{ млрд донг.} \cdot \text{год}^{-1}$) в 4–9 раз.

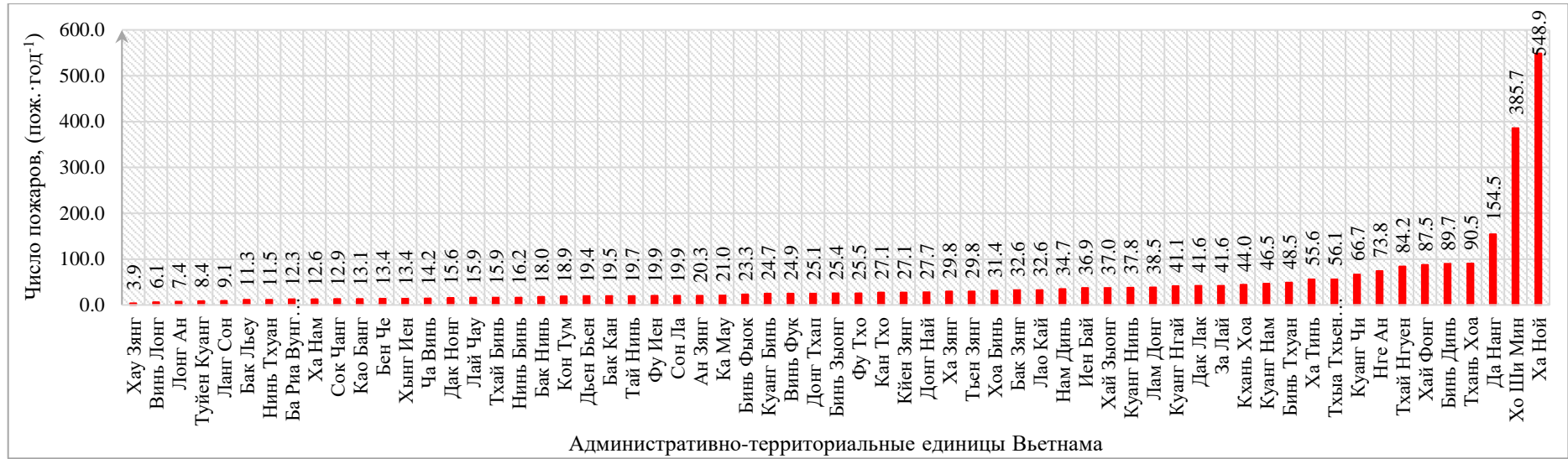


Рисунок 1.14 – Усредненные числа пожаров в АТЕ Вьетнама за период 2013–2022 гг.

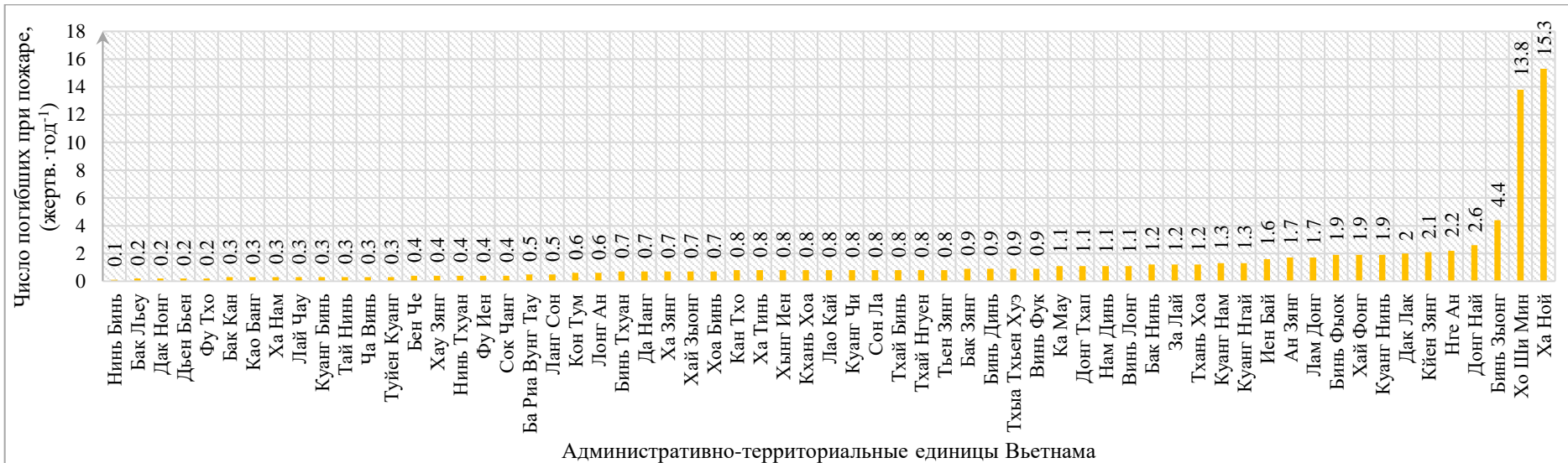


Рисунок 1.15 – Усредненные числа погибших при пожаре в АТЕ Вьетнама за период 2013–2022 гг.

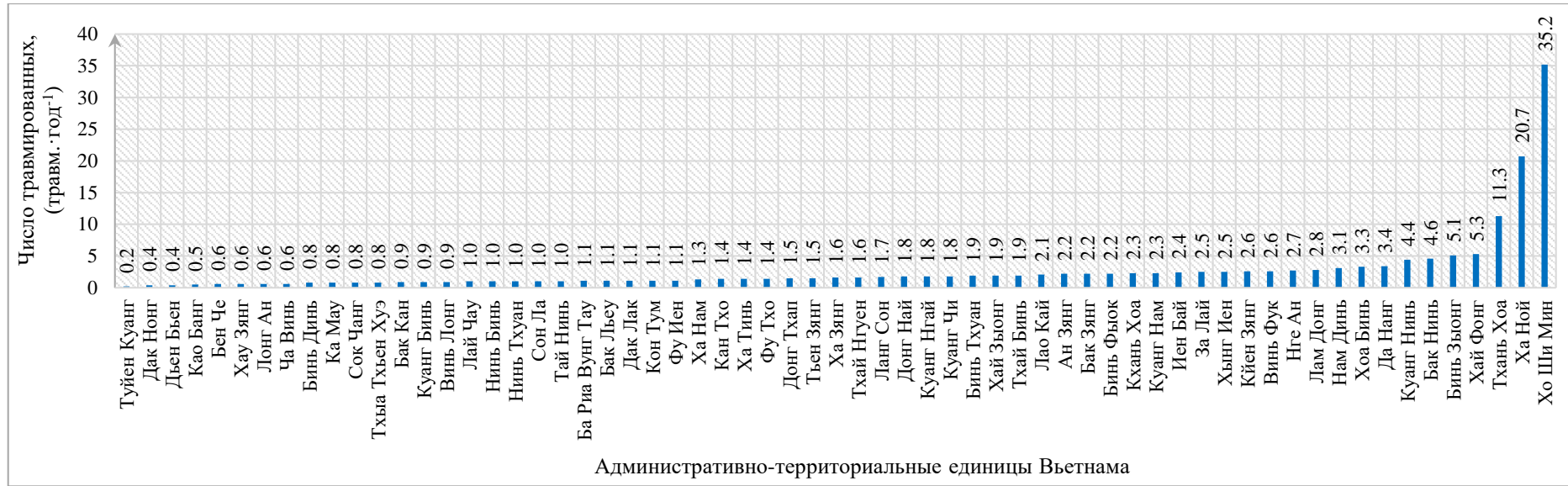


Рисунок 1.16 – Усредненные числа травмированных при пожаре в АТЕ Вьетнама за период 2013–2022 гг.

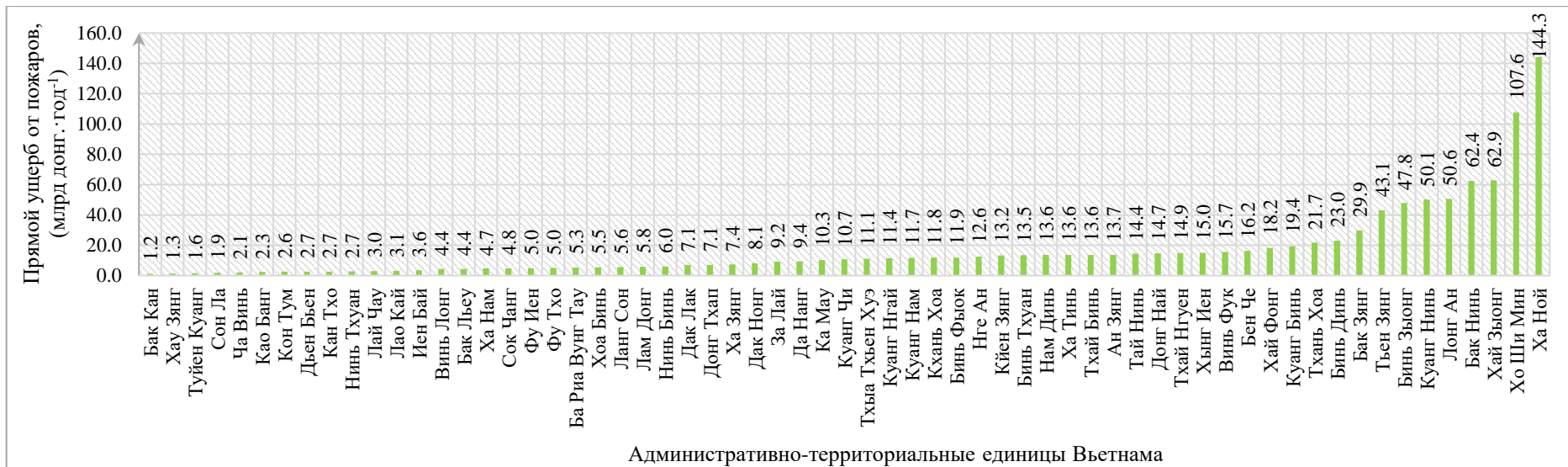


Рисунок 1.17 – Усредненные значения прямого ущерба от пожаров в АТЕ Вьетнама за период 2013–2022 гг.

1.4. Анализ организационной системы управления пожарной безопасностью Вьетнама

Пожарная охрана и аварийно-спасательная служба (ПО и АСС) входят в состав МОБ Вьетнама [28, 29, 85, 92]. В структуру ПО и АСС входят: ГУПО и АСС, Институт пожарной безопасности (ИПБ) и отделы ПО и АСС при Полицейских управлениях МОБ во всех 63 АТЕ. На рисунке 1.18 представлена структура ПО и АСС, а на рисунке 1.19 представлена организационная структура ГУПО и АСС МОБ Вьетнама [85, 86].

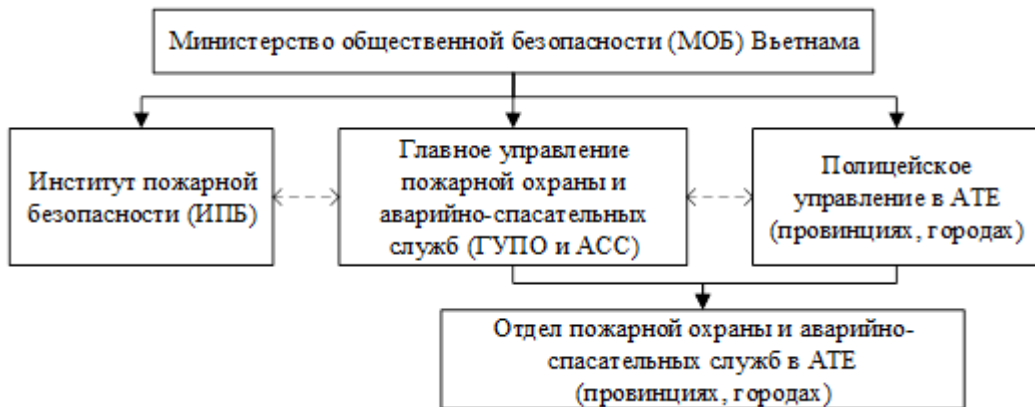


Рисунок 1.18 – Структура пожарной охраны и аварийно-спасательной службы Вьетнама

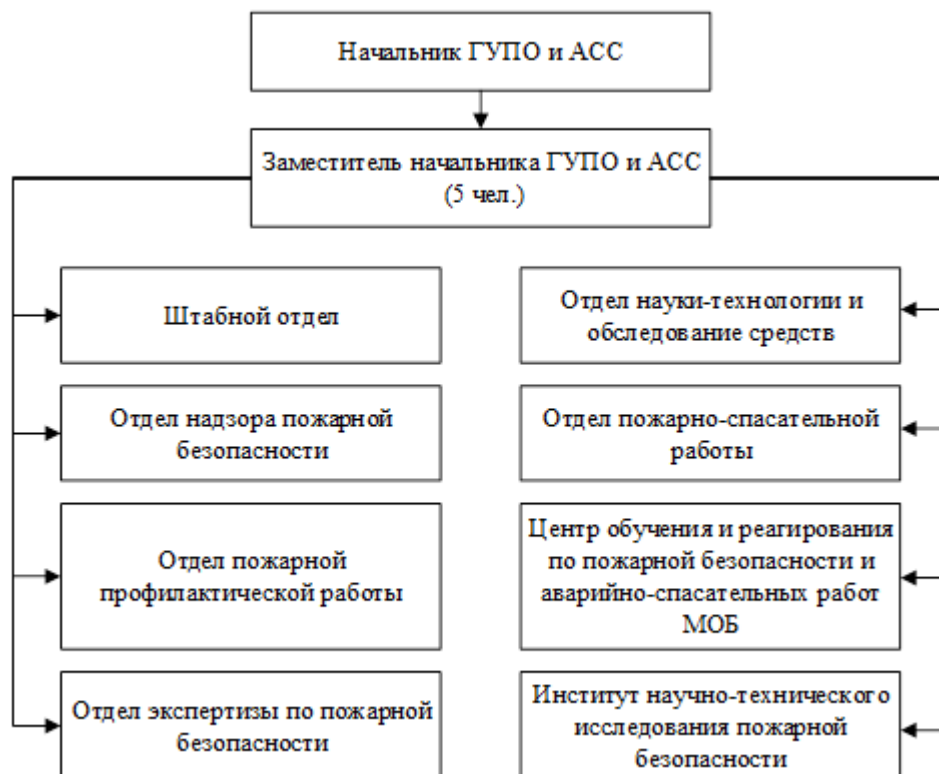


Рисунок 1.19 – Организационная структура ГУПО и АСС МОБ Вьетнама

ГУПО и АСС находится в непосредственном подчинении отвечает за оказание помощи министру в объединении, управлении и руководстве противопожарными силами для осуществления государственного управления предотвращением и тушением пожаров [8].

Отдел ПО и АСС входит в состав Полицейского управления АТЕ. На рисунке 1.20 представлена организационная структура системы управления пожарной безопасностью в АТЕ Вьетнама. Пожарная часть, как основная сила, непосредственно участвующая в ликвидации пожаров и различных чрезвычайных ситуаций. Ее организационная структура показана на рисунке 1.21 [29, 69, 85].

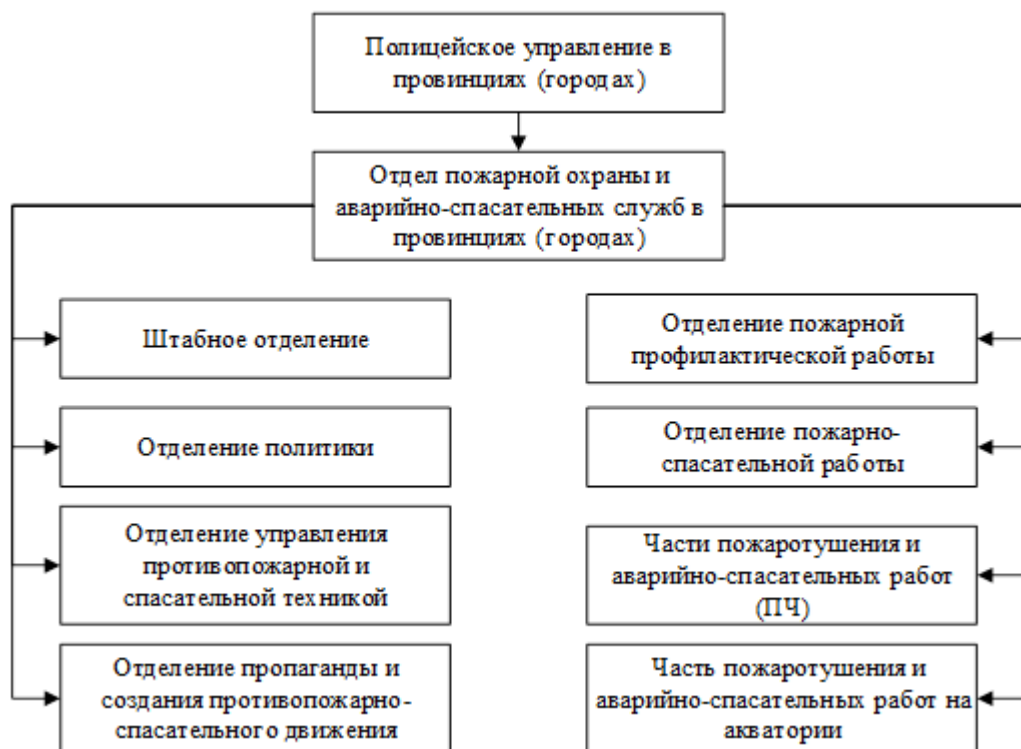


Рисунок 1.20 – Организационная структура системы управления пожарной безопасностью в АТЕ Вьетнама

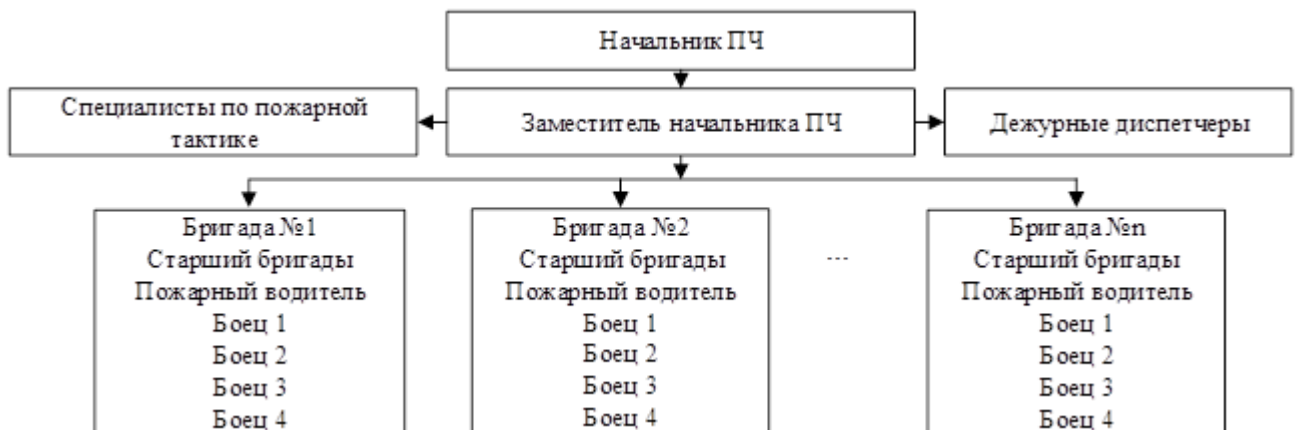


Рисунок 1.21 – Организационная структура пожарной части во Вьетнаме

На рисунке 1.22 представлены места размещения пожарных частей на территории Вьетнама [69].

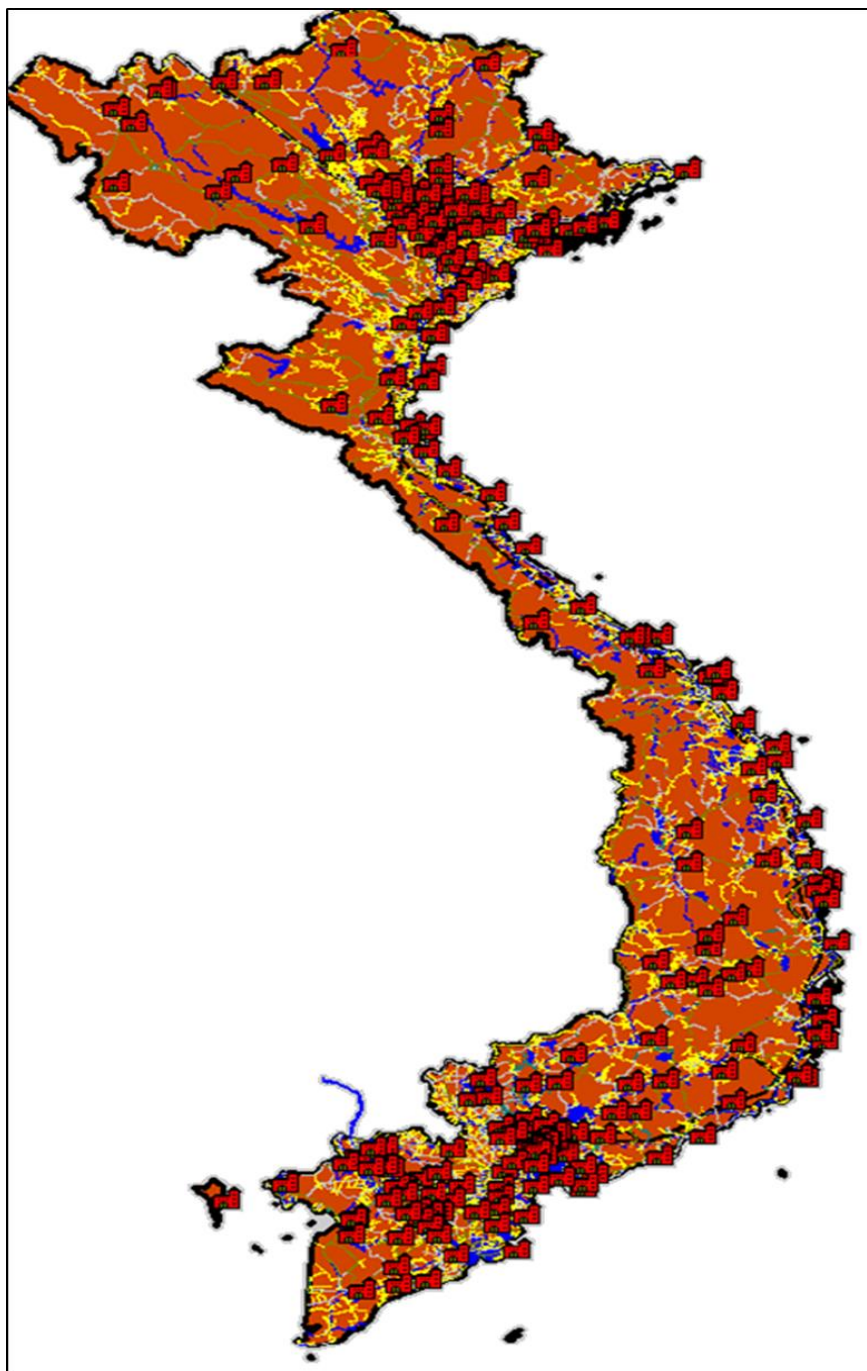


Рисунок 1.22 – Место размещения пожарных частей на территории Вьетнама

Численность личного состава пожарной охраны Вьетнама в настоящее время насчитывает более 13 тыс. человек. В таблице 1.7 представлено количество личного состава ПО и АСС во Вьетнаме, распределенное в соответствии с выполняемыми задачами [50].

Таблица 1.7 – Статистика количества личного состава ПО и АСС во Вьетнаме

Личный состав ПО и АСС Вьетнама	Численность (чел.)
Количество руководителей отделов и частей	1810
Количество пожарно-спасательных постоянного состава	5218
Количество пожарно-спасательных временного состава	4797
Количество водителей пожарно-спасательных автомобилей	1472
Количество водителей пожарных кораблей	75
Общая численность	13363

Согласно статистике 58 стран мира [96–99] за период 2013–2022 гг., Вьетнам занимает 55 место (0,1 л/с на 1 тыс. населения) на 58 стран мира по количеству личного состава пожарной охраны на 1 тыс. населения. Этот показатель намного ниже, чем у некоторых стран Юго-Восточной Азии, таких как: Филиппины (0,25 л/с на 1 тыс. населения), Малайзия (0,38 л/с на 1 тыс. населения), Тайвань (0,37 л/с на 1 тыс. населения), Сингапур (0,49 л/с на 1 тыс. населения). Это показывает, что нынешние пожарные силы Вьетнама недостаточны в количественном отношении по сравнению со многими странами региона и мира.

1.5. Постановка задач исследования

Наряду с сильным экономическим развитием страны увеличивается риск возникновения пожаров и их последствий. Поэтому очень важно оценить уровни пожарной опасности на территориях страны, чтобы принять меры по их снижению. С другой стороны, во Вьетнаме «пожарный риск» является совершенно новой концепцией, которая еще не была глубоко изучена. В нормативно-правовых документах Вьетнама по пожарной безопасности нет упоминания о нормах допустимого уровня пожарного риска. Это затрудняет работу пожарной охраны

для управления пожарной безопасностью. Для достижения вышеуказанной цели исследования необходимо решить следующие задачи [8]:

- оценить уровни пожарной опасности АТЕ страны на основе ИСЭППР;
- разработать модель поддержки принятия управленческого решения по оценке уровней пожарной опасности в АТЕ Вьетнама на основе обоснования нормативного значения ИПР;
- разработать алгоритм поддержки принятия управленческих решений по снижению уровней пожарной опасности в АТЕ Вьетнама;
- разработать программу для ЭВМ поддержки принятия управленческих решений по оценке и снижению уровней пожарной опасности в АТЕ Вьетнама.

Выводы по первой главе

1. В первой главе проведен анализ исследований, связанных с оценкой УПО АТЕ. Анализ показал, что в ряде исследований рассмотрены вопросы оценки пожарных рисков и пожарной опасности на территориях, однако оценка влияния многих факторов на пожарную опасность и управление ими в административно-территориальных единицах мало изучены.

2. Проведен анализ особенностей социально-экономического развития Вьетнама, связанных с возрастающей пожарной опасностью, и статистики о последствиях пожаров во Вьетнаме за 10 лет (2013–2022 гг.). Анализ показал, что состояние пожарной обстановки неудовлетворительное. Число погибших людей на 100 пожаров во Вьетнаме вдвое выше, чем среднее число погибших среди 33 стран мира.

3. Разработаны аппроксимирующие функции основных показателей пожарной обстановки во Вьетнаме на основе метода наименьших квадратов. Получена тенденция изменения основных показателей, таких как: количество пожаров, погибшие и материальный ущерб по стране, в городах и в сельской местности страны.

4. Проведен анализ основных показателей пожарной опасности в АТЕ (регионах и провинциях) Вьетнама. Результат анализа показал, что распределение этих показателей по провинциям Вьетнама весьма неоднородно. Пожары и их последствия во Вьетнаме в основном сосредоточены в крупных городах, таких как Ханой, Хошимин, Дананг и Хайфонг. Получены результаты последствий пожаров, которые могут определять рамки исследований, характеризующих пути снижения уровней пожарной опасности и совершенствование организационно-технических мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность во Вьетнаме.

5. Проведен анализ организационной структуры основных элементов системы обеспечения пожарной безопасности Вьетнама. Анализ показал, что нынешние пожарные силы Вьетнама недостаточны в количественном отношении по сравнению со многими странами региона и мира.

ГЛАВА 2. МОДЕЛЬ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ПО ОЦЕНКЕ УРОВНЕЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЕДИНИЦАХ

В настоящее время во Вьетнаме не существует конкретной методики оценки уровней пожарной опасности в АТЕ. В этой главе автор строит модель поддержки принятия решений по оценке УПО в АТЕ и предлагает решение по их снижению. В основе модели лежит оценка пожарных рисков. С использованием ИСЭППР, рассчитанного на основе основных интегральных пожарных рисков, определены уровни пожарной опасности АТЕ. Кроме того, обосновано нормативное значение ИПР для Вьетнама. Нормативная величина ИПР очень важна для оценки допустимого уровня пожарной опасности на территориях. Эта величина помогает управляющим по пожарной безопасности принимать решения по определению приоритетов снижения уровня пожарной опасности на территориях, в которых превышено допустимое значение ИПР.

2.1. Оценка основных интегральных пожарных рисков в административно-территориальных единицах Вьетнама

В практике противопожарной службы Вьетнама все большее внимание уделяется оценке пожарных рисков. Без такой оценки невозможно эффективно решать организационно-управленческие задачи по снижению уровней пожарной опасности в стране. При исследовании пожарных рисков обычно рассматриваются три аспекта: анализ риска, оценка риска, управление риском [10, 51, 55].

Для оценки уровней пожарной опасности в АТЕ Вьетнама на основе ИСЭППР были определены следующие основные пожарные риски: R_z – риск гибели людей при пожаре; R_m – риск травматизма людей при пожаре; R_y – риск материального ущерба от пожаров по следующим выражениям [9, 10, 55, 66]:

$$R_z = \frac{N_{\text{погиб.}}}{N_{\text{населения}}}, \quad (\text{жертв.} \cdot \text{чел.}^{-1} \cdot \text{год}^{-1} \cdot 10^{-6}). \quad (2.1)$$

$$R_m = \frac{N_{\text{травм.}}}{N_{\text{населения}}}, \quad (\text{травм.} \cdot \text{чел.}^{-1} \cdot \text{год}^{-1} \cdot 10^{-6}). \quad (2.2)$$

$$R_y = \frac{C_{\text{ущерб.}}}{N_{\text{населения}}}, \quad (\text{тыс.донг.} \cdot \text{чел.}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}). \quad (2.3)$$

Основные показатели (число погибших, травмированных, материальный ущерб и численность населения), определяющие пожарные риски во Вьетнаме за период 2019–2022 гг., представлены в таблице А1 (Приложение А). Используются формулы (2.1)–(2.3) для расчетов основных пожарных рисков в АТЕ Вьетнама, результаты представлены на рисунках 2.1–2.3.

Проведенный анализ показывал, что распределение пожарных рисков по АТЕ Вьетнама неоднородно. Высокие значения риска гибели людей при пожаре (R_z) наблюдаются в АТЕ: Биньзыонг, Ханой, Хазянг и Виньфук, которые составляют от 1,9 до 1,7 $\text{жертв.чел.}^{-1} \cdot \text{год}^{-1} \cdot 10^{-6}$. Минимальные значения в провинциях Намдинь, Бенче, Тайнинь и Чавинь достигают от 0,1 до 0,2 $\text{жертв.чел.}^{-1} \cdot \text{год}^{-1} \cdot 10^{-6}$. Самый высокий риск травматизма людей при пожаре (R_m) наблюдается в АТЕ Лангсон, Куангнинь, Ханой и Хошимин, он составляет 2,5 $\text{травм.чел.}^{-1} \cdot \text{год}^{-1} \cdot 10^{-6}$; самый низкий – в провинциях Тхайбинь и Нгеан – 0,4 $\text{травм.чел.}^{-1} \cdot \text{год}^{-1} \cdot 10^{-6}$. Наиболее высокие значения риска материального ущерба от пожаров (R_y) наблюдаются в АТЕ Биньтхуан, Куангчи, Хайфонг и Тьензянг, которые составляют от 18,4 до 19,8 $\text{тыс. донг.} \cdot \text{чел.}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$.

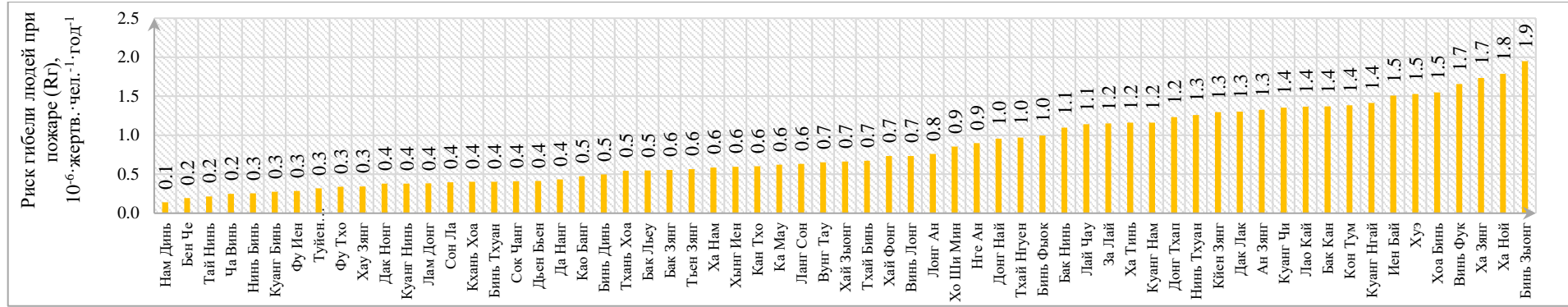


Рисунок 2.1 – Усредненные значения риска гибели людей при пожаре в АТЕ Вьетнама за период 2019–2022 гг.

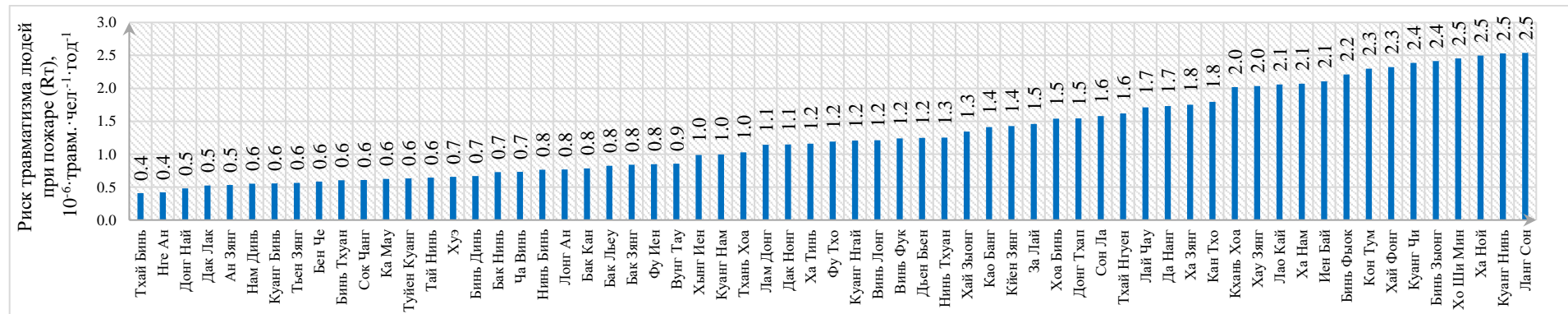


Рисунок 2.2 – Усредненные значения риска травматизма людей при пожаре в АТЕ Вьетнама за период 2019–2022 гг.

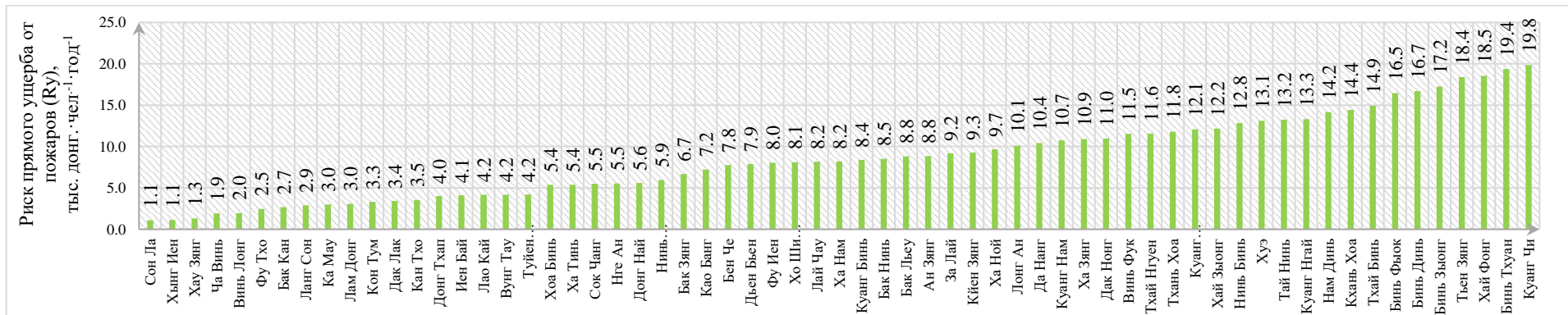


Рисунок 2.3 – Усредненные значения риска материального ущерба от пожаров в АТЕ Вьетнама за период 2019–2022 гг.

2.2. Оценка уровней пожарной опасности административно-территориальных единиц Вьетнама

Анализ основных интегральных пожарных рисков (R_z , R_m , R_y) позволяет дать оценку каждого значения риска. Однако в целом невозможно определить, какие АТЕ Вьетнама относятся к более высоким или более низким уровням пожарной опасности.

Для оценки уровня пожарной опасности АТЕ Вьетнама возьмем за основу методику, предложенную авторами работ [54, 83, 92]. Этой методикой предусмотрены пять этапов:

– этап 1: определяются основные пожарные риски (R_z ; R_m ; R_y) по формулам 2.1–2.3;

– этап 2: стандартизация рисков по выражению [40-42]:

$$R_i^* = \frac{R_{ij} - R_{j\min}}{R_{i\max} - R_{i\min}}, \quad 0 \leq R_i^* \leq 1, \quad (2.4)$$

где R_i^* – стандартизированный i -й риск (R_z ; R_m ; R_y); R_{ij} – значение i -го риска в j -й АТЕ; $R_{i\min}$ и $R_{i\max}$ – минимальный и максимальный i -й риск в общем количестве анализируемых АТЕ;

– этап 3: определяются весовые коэффициенты i -х рисков по выражению Фишберна [75]:

$$k_i = \frac{2 \cdot (N - n + 1)}{N(N + 1)}, \quad (2.5)$$

где k_i – весовой коэффициент i -го риска; N – количество рассматриваемых рисков; n – порядковый номер рисков по их значимости.

Следовательно: $k_1 = 0,5$ для R_z^* ; $k_2 = 0,33$ для R_m^* , а $k_3 = 0,17$ для R_y^* ;

– этап 4: интеграция стандартизированных частных рисков в j -й провинции [54, 92]:

$$R_j^{c_3} = R_z^* k_1 + R_m^* k_2 + R_y^* k_3, \quad 0 \leq R_{c_3} \leq 1, \quad (2.6)$$

где $R_j^{c_3}$ – ИСЭППР по j -й провинции.

– этап 5: ранжирование АТЕ по уровню пожарной опасности.

Величина интервала значения R_{c_3} [83, 92]:

$$m = \frac{(X_{\max} - X_{\min})}{n}, \quad (2.7)$$

где X_{\max} – максимальное значение ИСЭППР ($X_{\max} = 1$); X_{\min} – минимальное значение ИСЭППР ($X_{\min} = 0$); n – число групп по УПО ($n = 4$). Следовательно: $m = 0,25$.

На рисунке 2.4 представлена блок-схема оценки УПО АТЕ Вьетнама.



Рисунок 2.4 – Блок-схема оценки уровней пожарной опасности в АТЕ Вьетнама

Результат расчетов ИСЭППР по АТЕ Вьетнама за период 2019–2022 гг. с использованием формул (2.4) – (2.7) представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Результат расчетов ИСЭППР в АТЕ Вьетнама за период 2019–2022 гг.

№	АТЕ (провинции)	R_2	R_m	R_y	R_2^*	R_m^*	R_y^*	R_{c9}
		<i>жертв.</i> $10^6 \text{ чел.} \cdot \text{год}$	<i>травм.</i> $10^6 \text{ чел.} \cdot \text{год}$	<i>тыс.донг.</i> $\text{чел.} \cdot \text{год}$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Анзянг	1,327	0,533	8,827	0,656	0,059	0,413	0,418
2	Бариавунгтау	0,652	0,858	4,169	0,283	0,212	0,165	0,239
3	Бакзянг	0,554	0,838	6,669	0,228	0,202	0,298	0,232
4	Баккан	1,370	0,786	2,684	0,680	0,178	0,086	0,413
5	Бакльеу	0,548	0,825	8,798	0,225	0,196	0,411	0,247
6	Бакнинь	1,097	0,728	8,521	0,529	0,150	0,397	0,382
7	Бенче	0,195	0,582	7,756	0,030	0,082	0,356	0,102
8	Бингдинь	0,497	0,667	16,695	0,197	0,122	0,832	0,280
9	Биньзыонг	1,949	2,416	17,236	1,000	0,943	0,861	0,958
10	Биньфыок	0,995	2,211	16,461	0,472	0,847	0,820	0,655
11	Биньтхуан	0,405	0,606	19,375	0,146	0,093	0,975	0,269
12	Камау	0,623	0,622	2,984	0,266	0,101	0,102	0,184
13	Кантхо	0,603	1,795	3,549	0,255	0,652	0,132	0,365
14	Каобанг	0,472	1,412	7,218	0,183	0,472	0,327	0,303
15	Дананг	0,435	1,731	10,431	0,162	0,622	0,498	0,371
16	Дакнонг	0,379	1,148	10,963	0,131	0,348	0,527	0,270
17	Даклак	1,304	0,525	3,412	0,643	0,055	0,124	0,361
18	Дьенбьен	0,414	1,249	7,881	0,151	0,395	0,363	0,268
19	Донгнай	0,956	0,480	5,590	0,451	0,034	0,240	0,278
20	Донгтхап	1,233	1,544	4,007	0,604	0,534	0,156	0,505
21	Залай	1,152	1,459	9,176	0,559	0,494	0,431	0,516
22	Хазянг	1,733	1,751	10,904	0,881	0,631	0,524	0,738
23	Ханам	0,586	2,070	8,187	0,246	0,781	0,379	0,445
24	Ханой	1,789	2,499	9,653	0,912	0,982	0,457	0,858
25	Хатинь	1,161	1,161	5,382	0,564	0,354	0,229	0,438
26	Хайзыонг	0,664	1,344	12,155	0,289	0,440	0,590	0,390
27	Хайфонг	0,732	2,321	18,541	0,327	0,899	0,931	0,618
28	Хаузянг	0,343	2,036	1,309	0,112	0,765	0,012	0,310
29	Хоабинь	1,548	1,539	5,375	0,779	0,532	0,229	0,604
30	Хынгиен	0,596	0,987	1,132	0,252	0,272	0,003	0,216
31	Кханьхоа	0,404	2,018	14,430	0,145	0,757	0,712	0,443

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
32	Кйензянг	1,294	1,429	9,283	0,638	0,480	0,437	0,552
33	Контум	1,383	2,298	3,321	0,687	0,888	0,119	0,657
34	Лайчау	1,140	1,710	8,160	0,553	0,612	0,377	0,542
35	Ламдонг	0,383	1,145	3,047	0,134	0,347	0,105	0,199
36	Лангсон	0,631	2,536	2,896	0,271	1,000	0,097	0,482
37	Лаокай	1,365	2,057	4,166	0,677	0,775	0,165	0,622
38	Лонган	0,759	0,767	10,111	0,342	0,169	0,481	0,309
39	Намдинь	0,141	0,553	14,171	0,000	0,068	0,698	0,141
40	Нгеан	0,899	0,420	5,529	0,419	0,006	0,237	0,252
41	Ниньбинь	0,255	0,764	12,845	0,063	0,167	0,627	0,193
42	Ниньтхуан	1,259	1,253	5,950	0,618	0,397	0,260	0,484
43	Футхо	0,341	1,191	2,473	0,110	0,368	0,074	0,189
44	Фуиен	0,286	0,847	8,042	0,080	0,207	0,371	0,171
45	Куангбинь	0,276	0,557	8,389	0,075	0,070	0,390	0,127
46	Куангнам	1,162	0,995	10,726	0,565	0,276	0,514	0,461
47	Куангнгай	1,414	1,206	13,317	0,704	0,375	0,652	0,587
48	Куангнинь	0,381	2,530	12,078	0,132	0,997	0,586	0,495
49	Куангчи	1,354	2,386	19,844	0,671	0,929	1,000	0,812
50	Сокчанг	0,410	0,608	5,490	0,149	0,094	0,235	0,145
51	Сонла	0,397	1,578	1,079	0,141	0,550	0,000	0,252
52	Тайнинь	0,216	0,643	13,236	0,041	0,111	0,648	0,167
53	Тхайбинь	0,673	0,407	14,931	0,294	0,000	0,738	0,273
54	Тхайнгуен	0,968	1,617	11,554	0,458	0,568	0,558	0,511
55	Тханьхоа	0,546	1,029	11,782	0,224	0,292	0,570	0,305
56	Тьензянг	0,565	0,566	18,397	0,234	0,074	0,923	0,299
57	Хошимин	0,855	2,455	8,110	0,395	0,962	0,375	0,579
58	Чавинь	0,247	0,733	1,918	0,059	0,153	0,045	0,088
59	Тхыатхьенхуэ	1,528	0,656	13,112	0,767	0,117	0,641	0,531
60	Туйенкуанг	0,318	0,632	4,200	0,098	0,105	0,166	0,112
61	Виньлонг	0,734	1,212	1,963	0,328	0,378	0,047	0,297
62	Виньфук	1,656	1,238	11,522	0,838	0,390	0,557	0,642
63	Иенбай	1,509	2,108	4,106	0,757	0,799	0,161	0,669
Максимальное		1,949	2,536	19,844	1,000	1,000	1,000	0,958
Минимальное		0,141	0,407	1,079	0,000	0,000	0,000	0,088

Используя данные из таблицы 2.1, АТЕ Вьетнама разделяются на уровни пожарной опасности по значениям ИСЭППР, результаты исследования представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Уровни пожарной опасности АТЕ Вьетнама по ИСЭППР

Уровни пожарной опасности	Интервальные значения ИСЭППР	АТЕ Вьетнама по уровням пожарной опасности	Количество АТЕ в группе
Особо высокий уровень	(0,75; 1]	БиньЗыонг, ХаНой, КуангЧи	3
Высокий уровень	(0,5; 0,75]	ХаЗанг, ИенБай, КонТум, БиньФьюк, ВиньФук, ЛаоКай, ХайФонг, ХоаБинь, КуангНгай, ХоШиМин, КйенЗянг, ЛайЧау, ТхьяТхьенХуэ, ЗаЛай, ТхайНгуен, ДонгТхап	16
Средний уровень	(0,25; 0,5]	КуангНинь, НиньТхуан, ЛангСон, КуангНам, ХаНам, КханьХоа, ХаТинь, АнЗянг, БакКан, ХайЗыонг, БакНинь, ДаНанг, КанТхо, ДакЛак, ХауЗянг, ЛонгАн, ТханьХоа, Каобанг, ТьенЗянг, ВиньЛонг, БиньДинь, ДонгНай, ТхайБинь, ДакНонг, БиньТхуан, ДьенБьен, СонЛа, НгеАн	28
Низкий уровень	[0; 0,25]	БакЛьеу, БаРиаВунгТау, БакЗянг, ХынгИен, ЛамДонг, НиньБинь, Футхо, КаМау, ФуИен, ТайНинь, СокЧанг, НамДинь, КуангБинь, ТуйенКуанг, БенЧе, ЧаВинь	16

График ранжирования АТЕ Вьетнама по УПО представлен на рисунке 2.5. Результат оценки УПО показывает, что имеется 3 АТЕ с особо высоким УПО, это БиньЗыонг ($R_{cs} = 0,958$), Ханой ($R_{cs} = 0,858$) и Куангчи ($R_{cs} = 0,812$) [92].

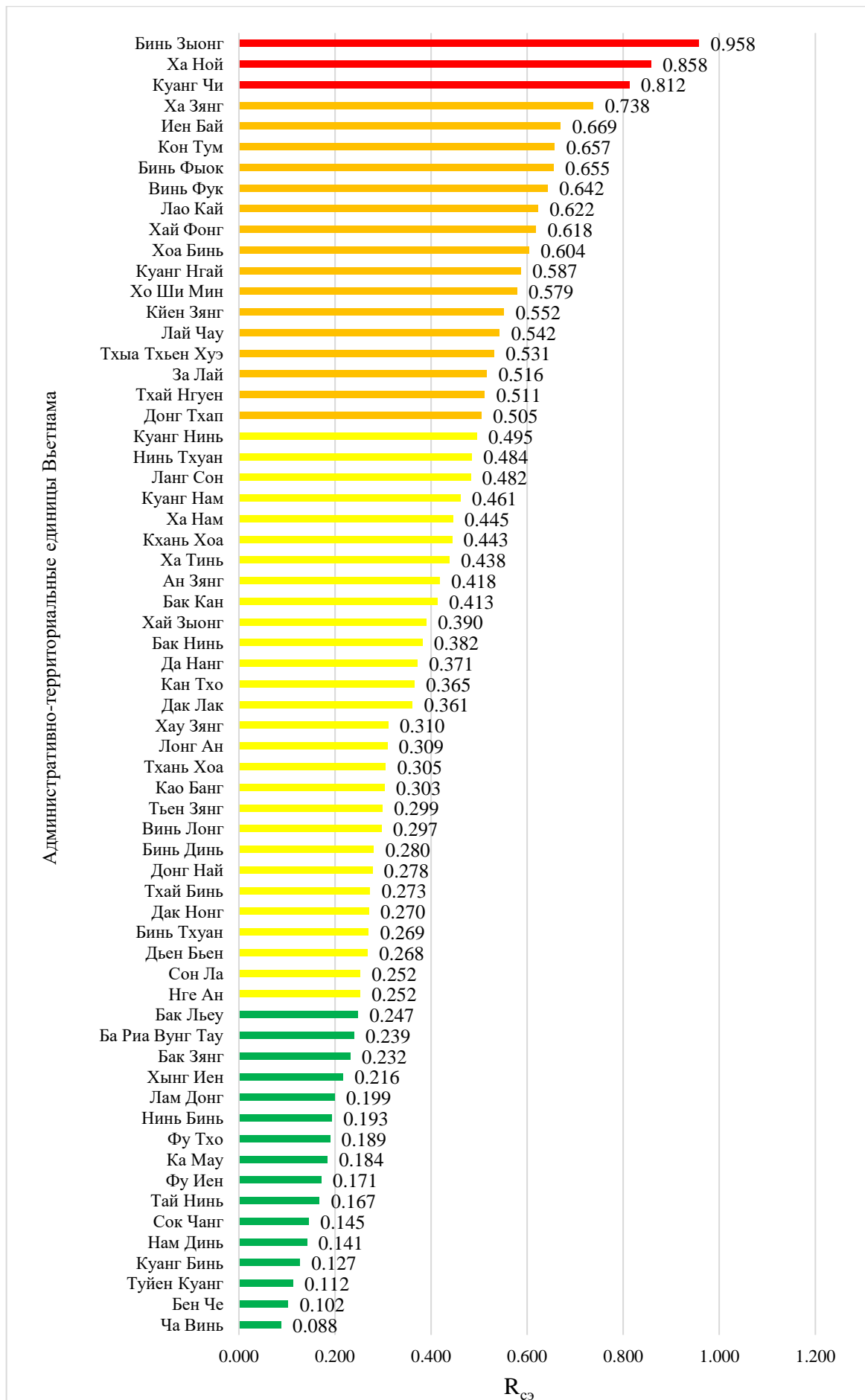


Рисунок 2.5 – График распределения АТЕ Вьетнама по ИСЭПР

2.3. Определение предельных уровней значения индивидуального пожарного риска для Вьетнама

Понятия «опасность» и «риск» являются весьма разнообразными [3, 10, 71, 95, 103]. Эти понятия в целом согласуются с используемыми в зарубежной литературе и нормативных документах [95, 100, 101]. Согласно [21, 95, 104, 105, 107], имеются следующие методы анализа рисков: качественный, полуколичественный и количественный метод.

Для управления пожарным риском важное значение имеет нормативная величина индивидуального пожарного риска. Для определения конкретного нормативного значения ИПР, прежде всего, необходимо определить его предельные значения, то есть верхний предельный уровень (ВПУ) и нижний предельный уровень (НПУ) [5].

В соответствии со ст. 79, 93 [71], индивидуальный пожарный риск гибели человека в зданиях и сооружениях установлен на уровне не выше 10^{-6} в течение одного года. Следовательно, если основная масса людей погибает от пожаров в зданиях и сооружениях, то среднее фоновое значение ИПР для всей территории страны (провинции, города и др.) с незначительной погрешностью можно приравнять к величине 10^{-6} . Или по-другому – гибель одного человека из миллиона людей, проживающих в стране в течение одного года. Это фактически актуализировало практическую и теоретическую значимость нормативного значения ИПР [5, 91]. Таким образом, анализируя информацию из доступных литературных источников [2, 30, 74, 79, 89], можно сделать вывод, что ИПР является одним из важных показателей пожарной опасности.

Оценка предельных уровней ИПР базируется на принципе ALARP (As Low As Reasonably, минимальный практически приемлемый риск) [2, 11, 13, 14, 74, 91, 107]. Суть этого принципа заключается в том, что риск должен снижаться до уровня

практической целесообразности или до уровня, который является «настолько низким, насколько он практически целесообразен» (рисунок 2.6).

Таким образом, значение ИПР может находиться в одной из трех областей [5]: в неприемлемой (красная область), приемлемой (желтая область) и вполне приемлемой (зеленая область) области.

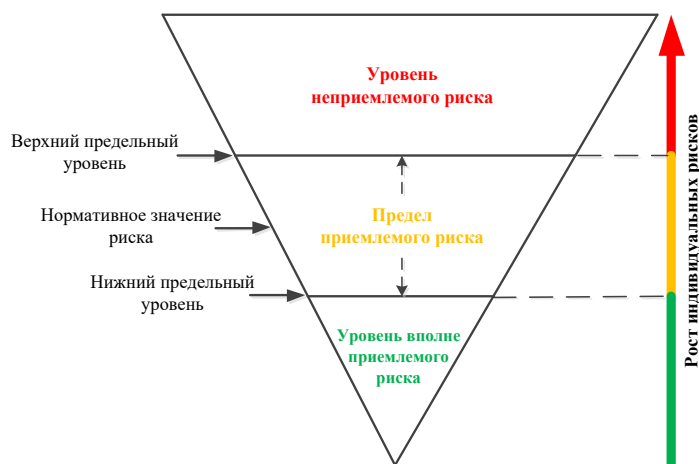


Рисунок 2.6 – Предельные уровни ИПР по принципу ALARP

В работе [30, 74] отмечено, что пожарная опасность стран мира во многом зависит от климатических условий. Близкими (схожими) по климатическим условиям к Вьетнаму являются страны Юго-восточной Азии [5, 91]. В Организации Ассоциации государств Юго-Восточной Азии (АСЕАН) имеется 10 стран, которые являются официальными членами, а оставшиеся страны являются наблюдателями этой организации (Тимор-Лешти) [81].

Кроме того, следует рассмотреть страны с публичной пожарной статистикой [96–99]. Согласно вышеуказанным условиям, для определения ВПУ и НПУ ИПР для Вьетнама проводим анализ статистических показателей ряда стран, таких как Мьянма, Филиппины, Малайзия, Сингапур и Бруней.

Для конкретной оценки предельных уровней ИПР во Вьетнаме разработан алгоритм, который представлен на рисунке 2.7.

В ряде стран статистические данные представлены за четыре года с некоторым смещением по годам, из-за недостаточности информации [50, 96–99]. В

работе [30] отмечено, что при использовании статистических методов анализа рисков период наблюдений можно принять равным 3–5 годам.

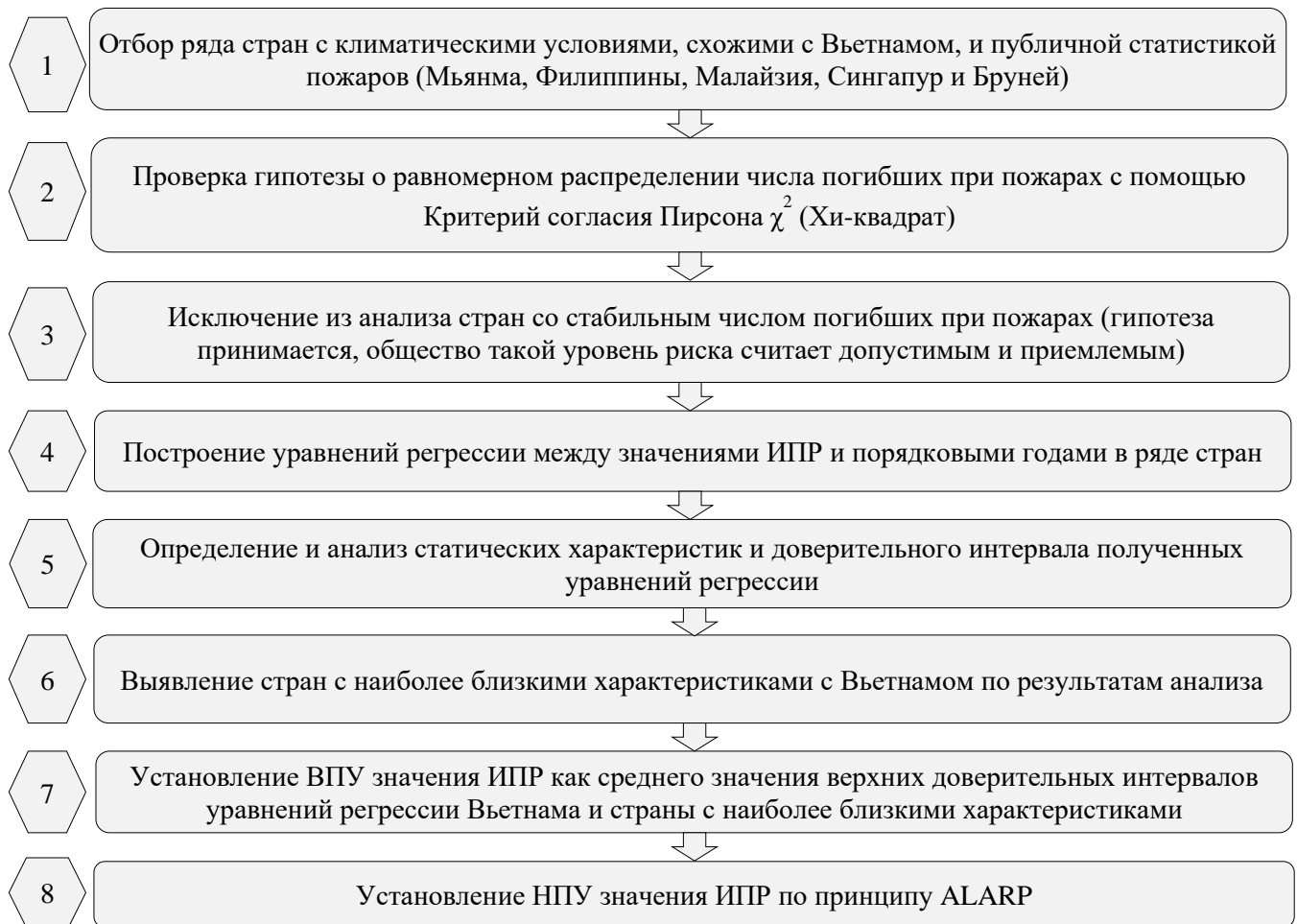


Рисунок 2.7 – Алгоритм определения предельных уровней значения ИПР для Вьетнама

Данные о количестве погибших при пожарах во Вьетнаме и в ряде стран представлены в таблице 2.3 [25, 96–99]. Из таблицы 2.3 видно, что число погибших в результате пожаров во Вьетнаме имеет тенденцию к увеличению. Для проверки устойчивости этой тенденции используем критерий согласия Пирсона χ^2 (хи-квадрат) [58].

Нулевая гипотеза (H_0) формулируется следующим образом: числа погибших (85, 75, 85, 112) при пожаре во Вьетнаме за период 2019–2022 гг. распределены равномерно. Т.е. если по указанному ряду принимается (H_0) то он распределен равномерно. Если отвергается, то он принимает альтернативную гипотезу (H_1) о

неравномерном распределении, следовательно, во Вьетнаме за период 2019–2022 гг. имеет устойчивую тенденцию к увеличению числа погибших при пожаре [63].

Таблица 2.3 – Количество погибших при пожарах в ряде стран за четыре года

Страна	Число погибших при пожарах, чел.·год ⁻¹			
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Вьетнам	85	75	85	112
Мьянма	67	104	61	79
Филиппины	469	326	448	253
Малайзия	158	142	121	118
Сингапур	4	1	1	3
Бруней	3	4	2	1

Расчетное значение хи-квадрат (χ_p^2) определяется по формуле [63]:

$$\chi_p^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(\mathcal{E}_i - T_i)^2}{T_i}, \quad (2.8)$$

где \mathcal{E}_i – эмпирические частоты; T_i – теоретические частоты.

Теоретическая частота определяется по формуле:

$$T_i = \frac{\sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i}{n}, \quad (2.9)$$

где n – количество наблюдений.

Результаты проверки гипотезы (H_0) о равномерном распределении числа погибших при пожаре для Вьетнама удобно представить в формате таблицы 2.4 и на рисунке 2.8.

Таблица 2.4 – Результат расчетов критерии хи-квадрат во Вьетнаме

№ п/п	Эмпирические частоты (\mathcal{E}_i)	Теоретические частоты (T)	$(\mathcal{E}-T)$	$(\mathcal{E}-T)^2$	$\frac{(\mathcal{E}-T)^2}{T}$
1	85	89,25	-4,25	18,06	0,20
2	75	89,25	-14,25	203,06	2,28
3	85	89,25	-4,25	18,06	0,20
4	112	89,25	22,75	517,56	5,80
Σ	357	357	$\chi_p^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(\mathcal{E}_i - T_i)^2}{T_i} = 8,48$		

Теоретические частоты:

$$T_i = \frac{\sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i}{n} = \frac{85 + 75 + 85 + 112}{4} = 89,25.$$

Расчетное значение Хи – квадрат:

$$\chi_p^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(\mathcal{E}_i - T_i)^2}{T_i} = 8,48.$$

Гипотеза о нормальной модели распределения принимается, если расчетная величина χ_p^2 не более критического значения $\chi_{кр}^2$ (условие принятия гипотезы $\chi_p^2 \leq \chi_{кр}^2$). Критическое значение $\chi_{кр}^2$ определяется в зависимости от следующих величин [5, 30, 63]:

– степень свободы: $k = s - 1 - r = 4 - 1 - 1 = 2$, в том числе: s – количество выборочных групп ($s = 4$); r – количество оцененных параметров (всего 1 параметр – теоретическая частота, $r = 1$);

– уровень значимости принимается $\alpha = 0,05$.

Следовательно, при $k = 2$; $\alpha = 0,05$ критическое значение $\chi_{кр}^2 = 5,99$. Из рисунка 2.8 можно сделать следующий вывод: расчетное значение хи-квадрат больше критического значения $\chi_p^2 \leq \chi_{кр}^2$ (точка хи-квадрат попадает в критическую площадь), то есть нулевая гипотеза для Вьетнама отклоняется.

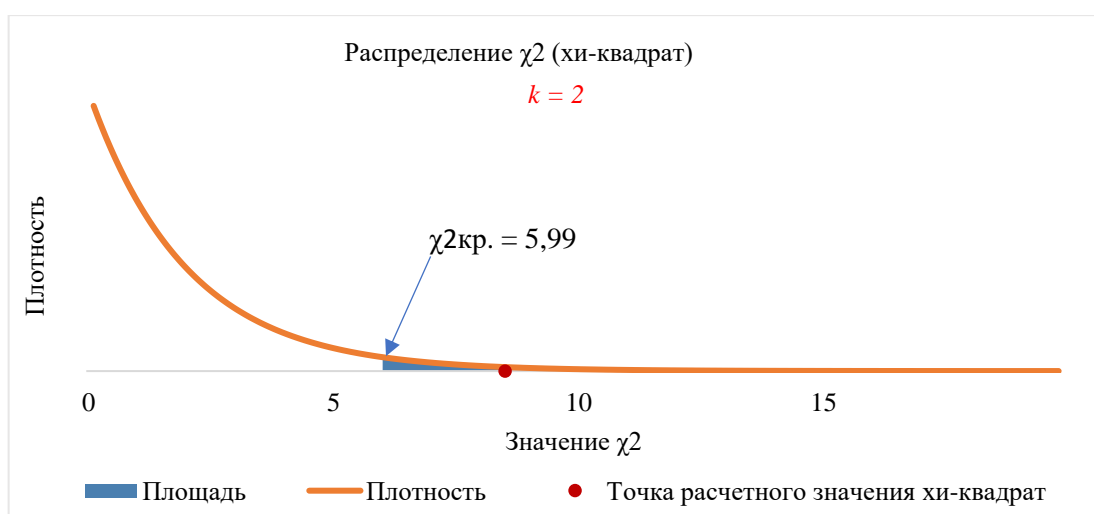


Рисунок 2.8 – Критерий согласия Пирсона χ^2 (Хи-квадрат) для Вьетнама

При проверке гипотезы также можно определить p -значение (p -value) для критерия хи-квадрат. Если p -значение оказалось меньше установленного уровня значимости $\alpha = 0,05$, то нулевая гипотеза отклоняется. В случае Вьетнама значение $\chi_p^2 = 8,48$, а число степеней свободы $k = 2$, тогда значение p -value составляет 0,031163.

На основании этого можно сделать заключение: во Вьетнаме за последние четыре года наблюдается устойчивое увеличение числа людей, погибших при пожарах. Это объясняется существенной причиной, неслучайной.

Аналогичная проверка проведена для ряд других стран, расчет критерия хи-квадрат и результат проверки гипотезы представлены в таблицах 2.5–2.6.

Таблица 2.5 – Результат расчетов критерия хи-квадрат в ряде стран

№ п/п	Эмпирические частоты (\mathcal{E}_i)	Теоретические частоты (T)	$(\mathcal{E} - T)$	$(\mathcal{E} - T)^2$	$\frac{(\mathcal{E} - T)^2}{T}$
1	2	3	4	5	6
Мьянма					
1	67	77,75	-10,75	115,56	1,49
2	104	77,75	26,25	689,06	8,86
3	61	77,75	-16,75	280,56	3,61
4	79	77,75	1,25	1,56	0,02
Σ	311	311,00	$\chi_p^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(\mathcal{E}_i - T_i)^2}{T_i} = 13,98$		
Филиппины					
1	469	374,00	95,00	9025,00	24,13
2	326	374,00	-48,00	2304,00	6,16
3	448	374,00	74,00	5476,00	14,64
4	253	374,00	-121,00	14641,00	39,15
Σ	1496	1496,00	$\chi_p^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(\mathcal{E}_i - T_i)^2}{T_i} = 84,08$		
Малайзия					
1	158	134,75	23,25	540,56	4,01
2	142	134,75	7,25	52,56	0,39
3	121	134,75	-13,75	189,06	1,40
4	118	134,75	-16,75	280,56	2,08
Σ	539	539,00	$\chi_p^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(\mathcal{E}_i - T_i)^2}{T_i} = 7,89$		

Окончание таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
Сингапур					
1	4	2,25	1,75	3,06	1,36
2	1	2,25	-1,25	1,56	0,69
3	1	2,25	-1,25	1,56	0,69
4	3	2,25	0,75	0,56	0,25
Σ	9	9,00	$\chi_p^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(\mathcal{O}_i - T_i)^2}{T_i} = 3,00$		
Бруней					
1	3	2,50	0,50	0,25	0,10
2	4	2,50	1,50	2,25	0,90
3	2	2,50	-0,50	0,25	0,10
4	1	2,50	-1,50	2,25	0,90
Σ	10	10,00	$\chi_p^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(\mathcal{O}_i - T_i)^2}{T_i} = 2,00$		

Таблица 2.6 – Результат проверки гипотезы о нормальном распределении числа погибших при пожарах в ряде стран с помощью критерия хи-квадрат

Страна	Расчетные значения хи-квадрат (χ_p^2)	p-Значение (p-value)	Критические значения хи-квадрат ($\chi_{кр}^2$)	Нулевая гипотеза (H_0)
Вьетнам	8,48	0,014415	5,99	отвергается
Мьянма	13,98	0,000922	5,99	отвергается
Филиппины	84,08	0,000000	5,99	отвергается
Малайзия	7,89	0,019382	5,99	отвергается
Сингапур	3,00	0,223130	5,99	принимается
Бруней	2,00	0,367879	5,99	принимается

Нулевая гипотеза о нормальном распределении числа погибших при пожарах принимается для Сингапура и Брунея. Значит, за 4 года число погибших при пожарах в этих странах стабилизировалось.

Стабильное число погибших и ИПР свидетельствует о том, что в этих странах такой уровень риска принимается как допустимый. Эти страны со стабильным социально-экономическим развитием. В частности, по статистическим данным

2020 года, средний ВВП на душу населения в Сингапуре и Брунее примерно в 12 и 10 раз выше, чем во Вьетнаме соответственно [81]. Это также страны с наиболее развитой экономикой в Юго-Восточной Азии. Поэтому в дальнейшем исключим Сингапур и Бруней из сравнительного анализа ИПР.

Для других стран, в том числе и для Вьетнама, гипотеза о равном распределении числа погибших людей при пожарах а, следовательно, значение ИПР отвергаются и устанавливается тенденция к снижению или увеличению, это объясняется существенной причиной, неслучайной.

Для установления ВПУ и НПУ ИПР для Вьетнама надо найти взаимосвязь между значениями ИПР и порядковыми годами. Для этого применяется математический регрессионный анализ, чтобы построить линейную эмпирическую зависимость, определить доверительные интервалы и выявить все статистические характеристики этих величин. В данной работе рассматривается связь между значениями ИПР (y) и порядковыми годами (x) для ряда стран с использованием линейной парной регрессии [5, 91].

Для оценки аналитической связи между парами случайных величин, необходимо определить коэффициенты модели регрессии методом наименьших квадратов. Суть метода наименьших квадратов заключается в том, что сумма квадратов отклонений фактических значений результативного признака y_i от теоретических значений \hat{y}_i минимальна, то есть [5, 22, 91].

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \rightarrow \min. \quad (2.10)$$

Результаты многих исследований подтверждают, что число наблюдений должно в 6–7 раз превышать число рассчитываемых параметров при переменной x [94]. Следовательно, в случае выполнения линейной регрессии с одной переменной нам необходимо использовать как минимум 6 наблюдений.

В таблице 2.7 приведены данные о количестве погибших при пожарах $N_{\text{погиб}}$ ($\text{погиб.} \cdot \text{год}^{-1}$), численности населения $N_{\text{насел.}}$ (млн чел.) и расчетных значениях ИПР $R_{\text{инд.}}$ ($\text{погиб. чел.}^{-1} \cdot \text{год}^{-1} \cdot 10^{-6}$) по странам за 6-летний период [50, 81, 96–99].

Таблица 2.7 – Исходные данные для регрессионного анализа

Страны	Показатели	Порядковый номер года					
		1	2	3	4	5	6
Вьетнам	$N_{\text{погиб.}}$	98 (2016 г.)	99 (2017 г.)	97 (2018 г.)	85 (2019 г.)	75 (2020 г.)	85/112 (2021 г./ 2022 г.)
	$N_{\text{насел.}}$	93,05	93,87	94,78	96,79	97,49	98,97/99,4
	$R_{\text{инд.}}$	1,053	1,055	1,023	0,878	0,769	0,859/1,127
Мьянма	$N_{\text{погиб.}}$	60 (2014 г.)	62 (2015 г.)	67 (2016 г.)	104 (2017 г.)	61 (2018 г.)	79 (2019 г.)
	$N_{\text{насел.}}$	51,41	52,68	53,04	53,38	53,71	54,05
	$R_{\text{инд.}}$	1,167	1,177	1,263	1,948	1,136	1,462
Филиппины	$N_{\text{погиб.}}$	458 (2014 г.)	501 (2015 г.)	469 (2016 г.)	326 (2018 г.)	448 (2019 г.)	253 (2020 г.)
	$N_{\text{насел.}}$	101,31	102,11	103,66	106,65	108,12	109,58
	$R_{\text{инд.}}$	4,521	4,906	4,524	3,057	4,144	2,309
Малайзия	$N_{\text{погиб.}}$	165 (2013 г.)	139 (2014 г.)	158 (2015 г.)	142 (2016 г.)	121 (2019 г.)	118 (2020 г.)
	$N_{\text{насел.}}$	29,71	29,81	30,27	30,68	31,95	32,37
	$R_{\text{инд.}}$	5,554	4,663	5,220	4,628	3,787	3,645

Для линейного распределения, пользуясь методом наименьших квадратов, необходимо найти коэффициенты уравнения регрессии: $\hat{y}_i = a + bx_i$, $i = 1, 2, \dots, 6$.

Тогда система нормальных уравнений имеет вид [5, 22]:

$$\begin{cases} a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ a \sum_{i=1}^n x_i + bn = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases}, \quad n = 6. \quad (2.11)$$

Следовательно:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}. \quad (2.12)$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}. \quad (2.13)$$

Коэффициент ковариации:

$$\text{cov}(X;Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n}, \quad (2.14)$$

где \bar{x} и \bar{y} – среднее значение: $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$; $\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$.

Среднее квадратическое отклонение (стандартная ошибка) коэффициента регрессии:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}. \quad (2.15)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}}. \quad (2.16)$$

Коэффициент линейной корреляции:

$$r_{xy} = \frac{\text{cov}(X;Y)}{\sigma_x \sigma_y}. \quad (2.17)$$

Коэффициент детерминации:

$$R = r_{xy}^2. \quad (2.18)$$

Исходные данные: x – порядковый номер года ($x = 1, 2, \dots, 6$), y – индивидуальный пожарный риск. Используем формулы (2.12) – (2.18) для определения линейной функции и статистической характеристики связи между x и y . В таблицах 2.8 и 2.9 представлен расчет линейной регрессии ИПР для Вьетнама за период 2017–2022 гг. и 2016–2021 гг. [5].

Таблица 2.8 – Результат линейной регрессии ИПР для Вьетнама за период 2017–2022 гг.

Годы	x_i	y_i	x_i^2	y_i^2	$x_i y_i$	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	\hat{y}_i
2017	1	1,055	1	1,112	1,055	-2,5	0,103	0,969
2018	2	1,023	4	1,047	2,047	-1,5	0,072	0,962
2019	3	0,878	9	0,771	2,635	-0,5	-0,074	0,955
2020	4	0,769	16	0,592	3,078	0,5	-0,182	0,948
2021	5	0,859	25	0,738	4,294	1,5	-0,093	0,942
2022	6	1,127	36	1,270	6,761	2,5	0,175	0,935
Σ	21	5,711	91	5,530	19,868	0,0	0,000	$\hat{y} = 0,976 - 0,007x$
$a = 0,976; b = -0,007; \text{cov}(X;Y) = -0,02; \sigma_x = 1,708; \sigma_y = 0,125; r_{xy} = -0,095; R = 0,009$								

Таблица 2.9 – Результат линейной регрессии ИПР для Вьетнама за период 2016–2021 гг.

Годы	x_i	y_i	x_i^2	y_i^2	$x_i y_i$	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	\hat{y}_i
2016	1	1,053	1	1,109	1,053	-2,5	0,114	1,081
2017	2	1,055	4	1,112	2,109	-1,5	0,115	1,024
2018	3	1,023	9	1,047	3,070	-0,5	0,084	0,968
2019	4	0,878	16	0,771	3,513	0,5	-0,061	0,911
2020	5	0,769	25	0,592	3,847	1,5	-0,170	0,855
2021	6	0,859	36	0,738	5,153	2,5	-0,081	0,799
Σ	21	5,638	91	5,370	18,746	0,0	0,000	$\hat{y} = 1,137 - 0,056x$
$a = 1,137; b = -0,056; \text{cov}(X; Y) = -0,164; \sigma_x = 1,708; \sigma_y = 0,110; r_{xy} = -0,876; R = 0,768$								

Из таблицы 2.8 видно, что модель линейной регрессии ИПР для Вьетнама за период 2017–2022 гг. имеет очень низкое качество с коэффициентом детерминации $R = 0,009$. Это можно объяснить резким увеличением числа погибших в результате пожаров, а, следовательно, значение ИПР в 2022 году (112 погибших) влияет на качество модели. Поэтому необходимо исключить данные за 2022 год и в следующем анализе использовать регрессионную модель за период 2016–2021 гг.

Модель линейной регрессии значений ИПР во Вьетнаме за период 2016–2021 гг. имеет вид: $\hat{y} = 1,137 - 0,056x$, с коэффициентом детерминации $R = 0,768$, показывает, что x (порядковый год) на 76,8 % объясняет y (значение ИПР).

Сформируем нулевую гипотезу $H_0: r_{xy} = 0$, утверждающую, что парный коэффициент корреляции является незначимым, и, следовательно, модель парной регрессии в целом также является незначимой. Обратная гипотеза вида $H_1: r_{xy} \neq 0$, утверждает, что парный коэффициент корреляции является значимым, и, следовательно, модель регрессии в целом также является значимой [22].

Вычисление расчетного значения критерия по формуле [22]:

$$t_{\text{расч.}} = \frac{|r_{xy}| \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}}. \quad (2.19)$$

Определяется по таблице распределения Стьюдента критическое значение $t_{\text{крит.}}$ по заданному уровню значимости $\alpha = 0,05$ и числу степеней свободы

$k = n - 2$. Если $t_{расч.} > t_{крит.}$, то гипотеза H_0 отвергается, принимается альтернативная гипотеза H_1 [22].

Применение формулы 2.19 для оценки значимости коэффициента корреляции уравнения линейной регрессии для Вьетнама:

$$t_{расч.} = \frac{0,876 \cdot \sqrt{6-2}}{\sqrt{1 - (-0,876)^2}} = 3,633$$

Определив критическое значение $t_{крит.}$ по таблице Стьюдента с уровнем значимости $\alpha = 0,05$ и степенями свободы $k = n - 2 = 6 - 2 = 4$ получим: $t_{крит.}(4; 0,05) = 2,776$.

Следовательно, $t_{расч.} = 3,633 > t_{крит.} = 2,776$, гипотеза H_0 о равенстве нулю коэффициента корреляции отвергается. Значит коэффициент корреляции является значимым, и, следовательно, модель регрессии в целом также является значимой.

Надежность коэффициентов регрессии определяется по формулам [5, 22, 91]:

$$S_b = \sqrt{\frac{S_{осм}^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)^2}} = \frac{S_{осм}}{\sigma_x \sqrt{n}}, \quad (2.20)$$

$$S_a = \sqrt{\frac{S_{осм}^2 \sum_{i=1}^n x_i^2}{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)^2}} = \frac{S_{осм} \sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}}{\sigma_x n}, \quad (2.21)$$

где $S_{осм} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}}$ – остаточная дисперсия.

$$S_{осм} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{0,017}{6-2}} = 0,065;$$

$$S_b = \frac{S_{осм}}{\sigma_x \sqrt{n}} = \frac{0,065}{1,708 \cdot \sqrt{6}} = 0,0155;$$

$$S_a = \frac{S_{ocm} \sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}}{\sigma_x n} = \frac{0,065 \cdot \sqrt{91}}{1,708 \cdot 6} = 0,0605.$$

Критическое значение t -критерия Стьюдента при $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы $k = n - 2 = 4$ равно $t_{крит.} = 2,776$.

Рассчитаем доверительные интервалы для параметров регрессии a и b [5]:

$$\begin{cases} b \in (b - t_{крит.} S_b; b + t_{крит.} S_b) \\ a \in (a - t_{крит.} S_a; a + t_{крит.} S_a) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b \in (-0,099; -0,013) \\ a \in (0,969; 1,305) \end{cases}.$$

Следовательно:

нижняя регрессия: $\hat{y} = 0,969 - 0,099x$;

экспериментальная регрессия: $\hat{y} = 1,137 - 0,056x$;

верхняя регрессия: $\hat{y} = 1,305 - 0,013x$.

Результат линейного распределения и доверительный интервал значений ИПР по годам для Вьетнама представлен на рисунке 2.9 [5].

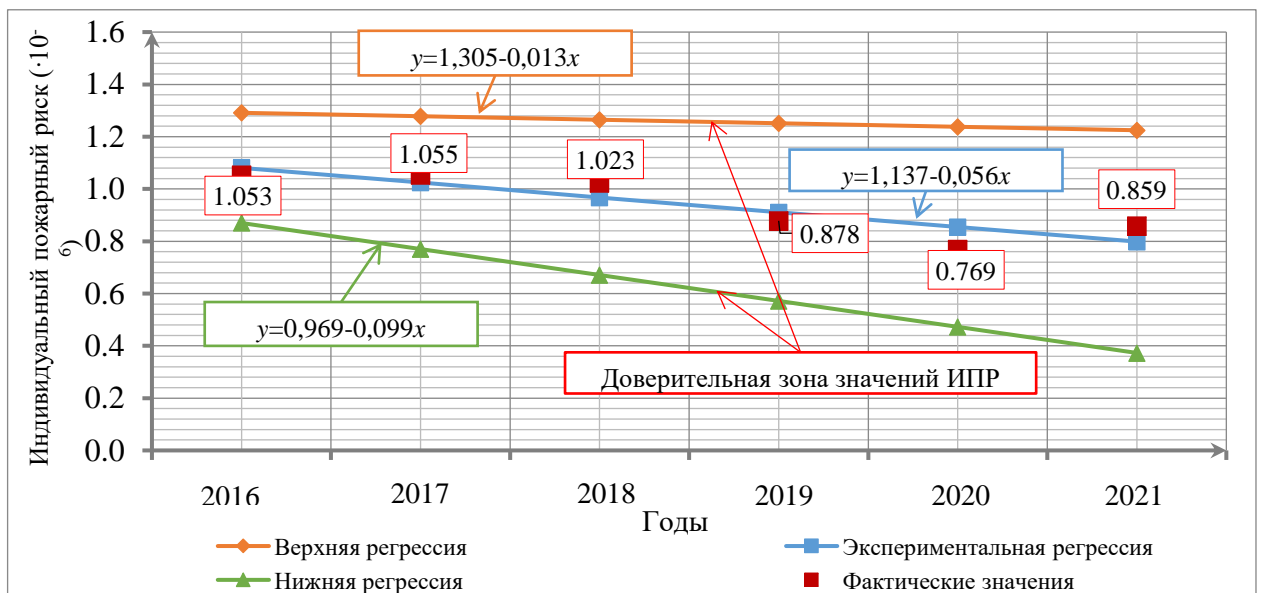


Рисунок 2.9 – Эмпирическая линейная регрессия и доверительная зона ИПР для Вьетнама

Для ряда стран проведены аналогичные расчеты регрессионного анализа ИПР с использованием данных в таблице 2.7, а результаты представлены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Результаты регрессионного анализа ИПР в ряде стран

Страны Параметры	Вьетнам	Мьянма	Филиппины	Малайзия
Экспериментальная регрессия	$y=1,137-0,056x$	$y=1,155+0,058x$	$y=5,391-0,423x$	$y=5,859-0,365x$
Коэффициент детерминации R	76,8 %	12,2 %	61,6 %	81,1 %
Значимость модели регрессии	Значим	Не значим	Не значим	Значим
Нижняя регрессия	$y=0,969-0,099x$	$y=0,311-0,159x$	$y=3,586-0,887x$	$y=4,907-0,609x$
Верхняя регрессия	$y=1,305-0,013x$	$y=2,000+0,275x$	$y=7,197+0,040x$	$y=6,811-0,120x$
Доверительный интервал ИПР ($\cdot 10^{-6}$) (среднее значение)	$0,62 \leq R_{инд.} \leq 1,26$	$0,00 \leq R_{инд.} \leq 2,96$	$0,48 \leq R_{инд.} \leq 7,34$	$2,78 \leq R_{инд.} \leq 6,39$
Средний темп изменения ИПР	Снижение (-3,56 %)	Увеличение (+9,88 %)	Снижение (-8,08 %)	Снижение (-7,47 %)

Из таблицы 2.10 следует, что самые близкие распределения значений ИПР с Вьетнамом – это Малайзия и Филиппины. При этом учтем, что коэффициенты детерминации во Вьетнаме (76,8 %), в Филиппинах (61,6 %), в Малайзии (81,8 %). Кроме того, средний темп изменения значений ИПР за 6-летний период для перечисленных стран имеет тенденцию к снижению. Однако полученная модель регрессии только для Вьетнама и Малайзии является значимой. Таким образом, можно утверждать, что характеристики распределения ИПР во Вьетнаме и Малайзии наиболее близки.

Учитывая это, предлагается в качестве ВПУ ИПР для Вьетнама ($R_{впу}^{Вьетнам}$) принять среднее значение, определяемое как:

$$R_{впу}^{Вьетнам} = \frac{R_{верх.}^{Вьетнам} + R_{верх.}^{Малайзия}}{2} = \frac{1,26 \cdot 10^{-6} + 6,39 \cdot 10^{-6}}{2} = 3,8 \cdot 10^{-6} (\text{жертв.} \cdot \text{чел.}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}),$$

где $R_{верх.}^{Вьетнам}$ – верхний предельный уровень ИПР для Вьетнама; $R_{верх.}^{Вьетнам}$ и $R_{верх.}^{Малайзия}$ – верхние доверительные интервалы ИПР Вьетнама и Малайзии соответственно (см. таблицу 2.10).

Согласно [2, 14, 47], рекомендуется устанавливать НПУ ($R_{нпу}^{Вьетнам}$) на два порядка ниже верхнего. Следовательно, НПУ индивидуального пожарного риска для Вьетнама должен составлять $3,8 \cdot 10^{-8}$ (*жертв. · чел.⁻¹ · год⁻¹*).

Согласно принципу ALARP, нормативная величина ИПР для Вьетнама ($R_n^{Вьетнам}$) должна находиться в следующих пределах [5, 91]:

$$R_{нпу}^{Вьетнам} = 3,8 \cdot 10^{-8} \leq R_n^{Вьетнам} \leq R_{гну}^{Вьетнам} = 3,8 \cdot 10^{-6}.$$

2.4. Обоснование значения нормативного индивидуального пожарного риска для Вьетнама

Согласно ст. 2, п. 8 Федерального закона №123-ФЗ от 22.07.2008 (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», допустимый пожарный риск – пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий. Значит, уровень пожарного риска в любой стране во многом зависит от социально-экономического развития этой страны. Чем выше уровень социально-экономического развития, тем более жесткими должны быть нормативные уровни риска [2, 30, 93, 102].

В некоторых экономически развитых странах, таких как Нидерланды, Великобритания, Чехия и Россия, установлены и включены в нормативные документы значения ИПР. Для определения конкретной величины ИПР необходимо произвести комплексный социально-экономический анализ Вьетнама в сопоставлении с рядом других стран, которые имеют нормативные значения ИПР [2, 8, 30, 93, 102].

По статическим сборникам Росстат. (Федеральная служба государственной статистики) основные показатели социально-экономического развития стран (ПСЭРС) включают показатели развития экономики стран и показатели уровня жизни населения [8, 15, 35, 59, 82].

Для достижения поставленной цели – обоснования нормативной величины ИПР Вьетнама на основе анализа и сопоставления социально-экономических показателей развития ряда стран были рассмотрены показатели, которые представлены в таблице 2.11 [8, 15, 24, 33, 35, 43, 59, 82].

Таблица 2.11 – Показатели социально-экономического развития стран и их обозначения

№	Показатели социально-экономического развития стран	Назначение показателя	Единица измерения	Обозначение
1	2	3	4	5
1	Индекс человеческого развития	Оценка уровня развития человека	ед.	k_1
2	ВВП на душу населения	Рыночная стоимость всех конечных товаров и услуг в стране за год, в среднем на одного человека	тыс. долларов	k_2
3	Коэффициент Джини	Оценка неравномерности распределения доходов	ед.	k_3
4	Индекс глобальной конкурентоспособности	Определение способности стран обеспечить высокий уровень благосостояния своих граждан	ед.	k_4
5	Индекс человеческого капитала	Оценка интегрального показателя объема человеческого капитала	ед.	k_5
6	Уровень продолжительности жизни	Определение средней продолжительности жизни	лет	k_6
7	Индекс экономической свободы	Оценивает различные политические и экономические факторы, чтобы предсказать развитие экономики государства	ед.	k_7
8	Уровень урбанизации	Доля городского населения в численности всего населения	%	k_8
9	Индекс качества жизни	Характеризует уровень общественного развития	ед.	k_9
10	Индекс покупательной способности	Показывает, сколько товаров и услуг можно приобрести за единицу валюты	ед.	k_{10}
11	Уровень безопасности	Отражает уровень безопасности проживания в странах	ед.	k_{11}
12	Индекс стоимости человеческой жизни	Отражает изменение рыночной стоимости основной части потребительских расходов, обусловленное ростом цен на товары и тарифов на услуги	ед.	k_{12}
13	Индекс качества медицины	Отображает, насколько все плохо или хорошо в стране с медициной	ед.	k_{13}
14	Индекс эффективности борьбы с изменением климата	Оценивает и сравнивает эффективность борьбы с изменением климата	ед.	k_{14}

В таблице 2.12 представлены статистические данные по количеству погибших за 5 лет и средние расчетные значения ИПР для ряда стран [9, 74, 98].

Таблица 2.12 – Статистические данные количества погибших и расчетные величины ИПР для ряда стран

№	Страна	Население (среднее значение) тыс. чел.	Количество погибших (чел.)					Среднее количество погибших (чел. год ⁻¹)	$R_{инд} \cdot 10^{-6}$ (среднее значение)
			2016	2017	2018	2019	2020		
1	Россия	146781	8749	7816	7913	8559	8313	8270	56,34
2	Чехия	10701	124	92	100	128	144	117,6	10,99
3	Велико- британия	64903	366	328	400	319	289	340,4	5,24
4	Нидерланды	17282	42	40	52	22	-	39,0	2,26

В таблице 2.13 представлены исходные данные фактических ИПР в j -ой стране ($y_j, j = 1, 2, 3, 4$) и показатели социально-экономического развития ($k_i, i = 1, 2, \dots, 14$) ряда стран по последним предоставленным данным [8, 15, 24, 33, 35, 43, 59, 82].

Таблица 2.13 – Фактические значения ИПР ($y_j \cdot 10^{-6}$) и показатели социально-экономического развития ряда стран

Страны y_j, k_{ij}	Россия	Чехия	Великобритания	Нидерланды
1	2	3	4	5
$y_j (\cdot 10^{-6})$	56,34	10,99	5,24	2,26
k_{1j}	0,82	0,90	0,93	0,94
k_{2j}	32,80	44,26	49,68	63,77
k_{3j}	39,90	25,40	36,00	30,90
k_{4j}	66,70	70,90	81,20	82,40
k_{5j}	0,68	0,75	0,78	0,79
k_{6j}	69,40	77,70	80,70	81,70
k_{7j}	56,10	74,40	72,70	79,50
k_{8j}	74,75	74,06	83,90	92,24
k_{9j}	103,32	162,01	171,89	191,25
k_{10j}	51,11	76,35	108,54	109,48

Окончание таблицы 2.13

1	2	3	4	5
k_{11j}	3,16	1,38	1,88	1,57
k_{12j}	43,89	50,09	75,85	82,69
k_{13j}	56,77	75,36	74,19	81,08
k_{14j}	35,00	38,98	73,29	60,81

На рисунках 2.10–2.11 представлена зависимость между ИПР и основными показателями: индекс человеческого развития (k_1) и ВВП на душу населения (k_2), их линии тренда.

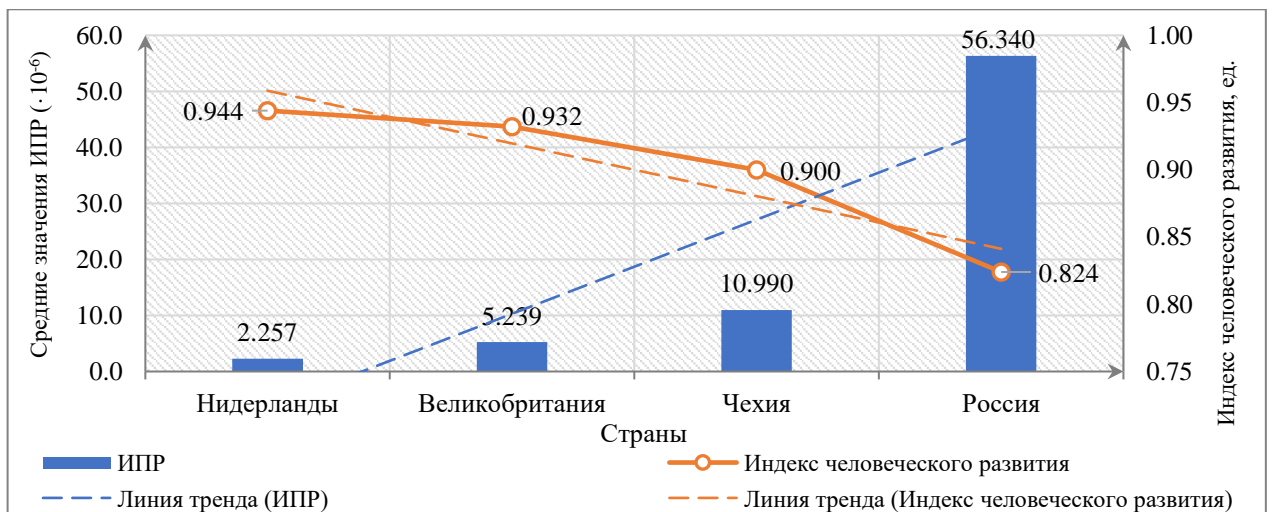


Рисунок 2.10 – Зависимость между значениями ИПР и ИЧР ряда стран

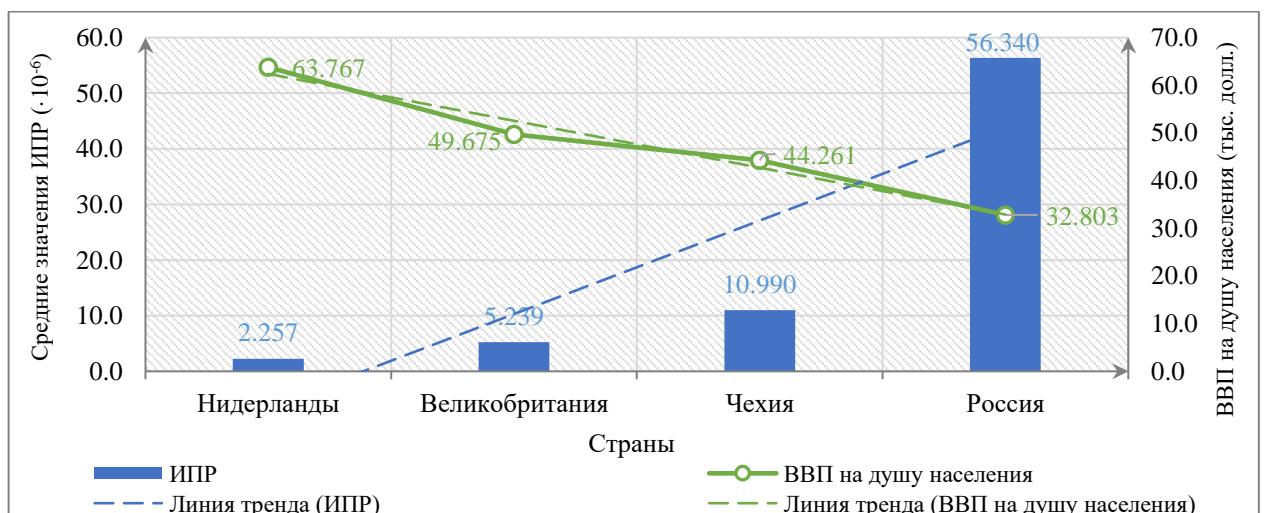


Рисунок 2.11 – Зависимость между значениями ИПР и ВВП на душу населения ряда стран

Для оценки связи между значениями ИПР и ПСЭРС использован коэффициент парной корреляции Пирсона [8, 68].

Коэффициент корреляции вычислим по формуле [8, 68]:

$$r_{k_i y} = \frac{\overline{k_i y} - \overline{k_i} \overline{y}}{\sigma_{k_i} \sigma_y}, \quad (2.22)$$

где $\overline{k_i y} = \frac{\sum k_{ij} y_j}{n}$ – среднее значение произведения признаков; n – количество

анализируемых стран ($n = 4$); $\overline{k_i} = \frac{\sum k_{ij}}{n}$, $\overline{y} = \frac{\sum y_j}{n}$ – средние значения признаков и

σ_{k_i}, σ_y – стандартные отклонения признаков.

Стандартные отклонения найдем как корни из соответствующих дисперсий, вычисленных по формулам [8, 68]:

$$\sigma_{k_i} = \sqrt{\frac{\sum k_{ij}^2}{n} - (\overline{k_i})^2}. \quad (2.23)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum y_j^2}{n} - (\overline{y})^2}. \quad (2.24)$$

Исходные данные для расчета коэффициента парной корреляции между значениями ИПР (y) и ИЧР (k_i) для ряда стран представлены в таблице 2.14.

Таблица 2.14 – Исходные данные для расчета коэффициента парной корреляции между ИПР и ИЧР

№	Страна	ИЧР (k_{1j})	$R_{инд} \cdot 10^{-6}$ (y_j)	k_{1j}^2	y_j^2	$k_{1j} \cdot y_j$
1	Россия	0,824	56,34	0,679	3174,196	46,424
2	Чехия	0,900	10,99	0,810	120,780	9,891
3	Великобритания	0,932	5,24	0,869	27,458	4,884
4	Нидерланды	0,944	2,26	0,891	5,108	2,133
Сумма		3,600	74,830	3,249	3327,541	63,332
Среднее значение		0,900	18,708	0,812	831,885	15,833

$$\sigma_{k_1} = \sqrt{\frac{\sum k_{1j}^2}{n} - (\overline{k_1})^2} = \sqrt{\frac{3,249}{4} - 0,900^2} = 0,047;$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum y_j^2}{n} - (\overline{y})^2} = \sqrt{\frac{3327,541}{4} - 18,708^2} = 21,953.$$

Таким образом, коэффициент корреляции:

$$r_{k_i y} = \frac{\overline{k_i y} - \overline{k_i} \cdot \overline{y}}{\sigma_{k_i} \sigma_y} = \frac{15,833 - 0,900 \cdot 18,708}{0,047 \cdot 21,953} = -0,978.$$

Следовательно, полученное значение $r = -0,978$ показывает, что индивидуальный пожарный риск и индекс человеческого развития имеют обратную зависимость [8].

Для оценки тесноты связи будем использовать шкалу Чеддока [8, 32]:

$0,0 \leq r \leq 0,1$	практически отсутствует;		
$0,1 < r \leq 0,3$	слабая;		
$0,3 < r \leq 0,5$	умеренная;	}	----- средняя
$0,5 < r \leq 0,7$	заметная;		
$0,7 < r \leq 0,9$	высокая;	}	----- сильная
$0,9 < r \leq 1,0$	весьма высокая.		

Проведены аналогичные расчеты коэффициентов парной корреляции по формуле 2.20 и определена сила взаимосвязи по шкале Чеддока для ряда других ПСЭРС, а результаты представлены в таблице 2.15 [8].

Таблица 2.15 – Коэффициенты парной корреляции между ИПР и ПСЭРС и их сила взаимосвязи

№	Исследуемые зависимости	Коэффициенты корреляции	Направление связи	Сила взаимосвязи
1	2	3	4	5
1	Индекс человеческого развития ~ ИПР	-0,978	обратная	весьма высокая
2	ВВП на душу населения ~ ИПР	-0,844	обратная	высокая
3	Коэффициент Джини ~ ИПР	0,653	прямая	заметная
4	Индекс глобальной конкурентоспособности ~ ИПР	-0,828	обратная	высокая
5	Индекс человеческого капитала ~ ИПР	-0,979	обратная	весьма высокая
6	Уровень продолжительности жизни ~ ИПР	-0,986	обратная	весьма высокая
7	Индекс экономической свободы ~ ИПР	-0,972	обратная	весьма высокая
8	Уровень урбанизации ~ ИПР	-0,620	обратная	заметная

Окончание таблицы 2.13

1	2	3	4	5
9	Индекс качества жизни ~ ИПР	-0,980	обратная	весьма высокая
10	Индекс покупательной способности ~ ИПР	-0,902	обратная	весьма высокая
11	Уровень безопасности ~ ИПР	0,937	прямая	весьма высокая
12	Индекс стоимости человеческой жизни ~ ИПР	-0,772	обратная	высокая
13	Индекс качества медицины ~ ИПР	-0,975	обратная	весьма высокая
14	Индекс эффективности борьбы с изменением климата ~ ИПР	-0,703	обратная	высокая

Для оценки значимости коэффициента корреляции используют t-критерий Стьюдента (t-статистику) [8, 68].

$$t_{i-расч.} = r_{k_i y} \sqrt{\frac{n-2}{1-r_{k_i y}^2}}, \quad (2.25)$$

где $r_{k_i y}$ – коэффициент корреляции между k_i показателям и значением ИПР; n – количество анализируемых стран; $t_{i-расч.}$ – расчетное значение t-критерия для коэффициента $r_{k_i y}$.

Значение t-критерия $t_{крит.}$ сравнивают с расчетным значением $t_{расч.}$ при заданном уровне значимости ($\alpha = 0,05$) и числе степеней свободы ($\gamma = n - 2$). В нашем случае: $t_{крит.}(\alpha = 0,05; \gamma = 4 - 2 = 2) = 4,303$.

Если расчетное значение t-критерия оказывается больше табличного: $|t_{расч.}| > t_{крит.}$, то коэффициент корреляции признается значимым, в ином случае – нет.

Расчетные значения t-критерий Стьюдента проведены по формуле (2.25) и результаты оценки значимости коэффициента корреляции представлены в таблице 2.16.

Таблица 2.16 – Результат оценки значимости коэффициента корреляции

ПСЭРС (k_i)	$t_{i-расч.}$	$t_{крит.}$	Вывод коэффициента корреляции	ПСЭРС (k_i)	$t_{i-расч.}$	$t_{крит.}$	Вывод коэффициента корреляции
k_1	6,683	4,303	Значим	k_8	1,119	4,303	Не значим
k_2	2,224	4,303	Не значим	k_9	7,011	4,303	Значим
k_3	1,219	4,303	Не значим	k_{10}	2,960	4,303	Не значим
k_4	2,091	4,303	Не значим	k_{11}	3,804	4,303	Не значим
k_5	6,734	4,303	Значим	k_{12}	1,718	4,303	Не значим
k_6	8,377	4,303	Значим	k_{13}	6,175	4,303	Значим
k_7	5,901	4,303	Значим	k_{14}	1,398	4,303	Не значим

Полученные результаты анализа коэффициентов корреляции показывают, что имеется 6 значимых коэффициентов корреляции ($r_{k_1,y}$, $r_{k_5,y}$, $r_{k_6,y}$, $r_{k_7,y}$, $r_{k_9,y}$, $r_{k_{13},y}$). Это означает, что корреляция между перечисленными ПСЭРС и значениями ИПР значима. Таким образом, шесть ПСЭРС могут быть использованы для обоснованности нормативного значения ИПР Вьетнама [8].

Все значимые ПСЭРС имеют обратную связь относительно значения ИПР, то есть они обратно пропорциональны друг другу. При этом используется метод обратно пропорционального расчета для определения расчетной нормативной величины ИПР Вьетнама на основе каждого из шести показателей по формуле [8]:

$$R_{k_i}^{B-j} = \frac{k_{ij}}{k_{iB}} R_n^j, \quad (2.26)$$

где $R_{k_i}^{B-j}$ – относительное нормативное значение ИПР Вьетнама k_i i -го ПСЭРС по отношению к j -стране; k_{ij} и k_{iB} – ПСЭРС k_i в j -стране и во Вьетнаме; R_n^j – нормативная величина ИПР, принятая в j -стране (Нидерланды, Великобритания, Чехия, Россия).

Расчетное нормативное значение ИПР для Вьетнама на основе показателя социально-экономического развития стран k_i определяется как среднее значение [8]:

$$R_{расч.}^{k_i} = \frac{\sum_{j=1}^n R_{k_i}^{B-j}}{n}, \quad (2.27)$$

где n – количество анализируемых стран ($n = 4$)

Определение нормативного значения ИПР для Вьетнама по формуле [8]:

$$R_n^{Вьетнам} = \sum_{i=1, p=1}^6 \omega_p R_{расч.}^{k_i}, \quad (2.28)$$

где ω_p – весовые коэффициенты для шести значимых ПСЭРС по формуле Фишберна; p – ранг значимости ПСЭРС.

Используя вышеприведенные формулы, определяем расчетное значение ИПР для Вьетнама на основе каждого значимого ПСЭРС.

Расчетное значение ИПР для Вьетнама на основе ИЧР (k_1) представлено в виде таблицы 2.17.

Таблица 2.17 – Результат расчета значения ИПР для Вьетнама на основе ИЧР

№	Страны	Индекс человеческого развития (k_1)	НЗИПР в ряде стран R_n^j	Расчетное значение ИПР для Вьетнама [жертв. чел. \cdot год $^{-1}$]
1	Россия	$k_1^{Рос.} = 0,824$	$R_n^{Рос.} = 10^{-6}$	$R_{k_1}^{Вьет.-Рос.} = \frac{0,824}{0,704} \cdot 10^{-6} = 1,170 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_1^{Вьет.} = 0,704$		
2	Чехия	$k_1^{Чех.} = 0,900$	$R_n^{Чех.} = 10^{-6}$	$R_{k_1}^{Вьет.-Чех.} = \frac{0,900}{0,704} \cdot 10^{-6} = 1,278 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_1^{Вьет.} = 0,704$		
3	Великобритания	$k_1^{Вел.} = 0,932$	$R_n^{Вел.} = 10^{-6}$	$R_{k_1}^{Вьет.-Вел.} = \frac{0,932}{0,704} \cdot 10^{-6} = 1,324 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_1^{Вьет.} = 0,704$		
4	Нидерланды	$k_1^{Нид.} = 0,944$	$R_n^{Нид.} = 10^{-6}$	$R_{k_1}^{Вьет.-Нид.} = \frac{0,944}{0,704} \cdot 10^{-6} = 1,341 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_1^{Вьет.} = 0,704$		
$R_{расч.}^{k_1} = \frac{R_{k_1}^{Вьет.-Рос.} + R_{k_1}^{Вьет.-Чех.} + R_{k_1}^{Вьет.-Вел.} + R_{k_1}^{Вьет.-Нид.}}{4} = 1,278 \cdot 10^{-6}$				

Проведены аналогичные расчеты нормативной величины ИПР для Вьетнама на основе остальных 5 показателей социально-экономического развития стран, а результаты представлены в таблицах 2.18–2.22.

Таблица 2.18 – Результат расчета значения ИПР для Вьетнама на основе индекса человеческого капитала

№	Страны	Индекс человеческого капитала (x_5)	НЗИПР в ряде стран R_H^j	Расчетное значение ИПР для Вьетнама [жертв. чел. ⁻¹ год ⁻¹]
1	Россия	$k_5^{\text{Рос.}} = 0,680$	$R_H^{\text{Рос.}} = 10^{-6}$	$R_{k_5}^{\text{Вьет.-Рос.}} = \frac{0,680}{0,690} \cdot 10^{-6} = 0,986 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_5^{\text{Вьет.}} = 0,690$		
2	Чехия	$k_5^{\text{Чех.}} = 0,750$	$R_H^{\text{Чех.}} = 10^{-6}$	$R_{k_5}^{\text{Вьет.-Чех.}} = \frac{0,750}{0,690} \cdot 10^{-6} = 1,087 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_5^{\text{Вьет.}} = 0,690$		
3	Великобритания	$k_5^{\text{Вел.}} = 0,780$	$R_H^{\text{Вел.}} = 10^{-6}$	$R_{k_5}^{\text{Вьет.-Вел.}} = \frac{0,780}{0,690} \cdot 10^{-6} = 1,130 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_5^{\text{Вьет.}} = 0,690$		
4	Нидерланды	$k_5^{\text{Нид.}} = 0,790$	$R_H^{\text{Нид.}} = 10^{-6}$	$R_{k_5}^{\text{Вьет.-Нид.}} = \frac{0,790}{0,690} \cdot 10^{-6} = 1,145 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_5^{\text{Вьет.}} = 0,690$		
$R_{\text{расч.}}^{k_5} = \frac{R_{k_5}^{\text{Вьет.-Рос.}} + R_{k_5}^{\text{Вьет.-Чех.}} + R_{k_5}^{\text{Вьет.-Вел.}} + R_{k_5}^{\text{Вьет.-Нид.}}}{4} = 1,087 \cdot 10^{-6}$				

Таблица 2.19 – Результат расчета значения ИПР для Вьетнама на основе уровня продолжительности жизни населения

№	Страны	Индекс человеческого капитала (x_6)	НЗИПР в ряде стран R_H^j	Расчетное значение ИПР для Вьетнама [жертв. чел. ⁻¹ год ⁻¹]
1	Россия	$k_6^{\text{Рос.}} = 69,4$	$R_H^{\text{Рос.}} = 10^{-6}$	$R_{k_6}^{\text{Вьет.-Рос.}} = \frac{69,4}{73,6} \cdot 10^{-6} = 0,943 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_6^{\text{Вьет.}} = 73,6$		
2	Чехия	$k_6^{\text{Чех.}} = 77,7$	$R_H^{\text{Чех.}} = 10^{-6}$	$R_{k_6}^{\text{Вьет.-Чех.}} = \frac{77,7}{73,6} \cdot 10^{-6} = 1,056 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_6^{\text{Вьет.}} = 73,6$		
3	Великобритания	$k_6^{\text{Вел.}} = 80,7$	$R_H^{\text{Вел.}} = 10^{-6}$	$R_{k_6}^{\text{Вьет.-Вел.}} = \frac{80,7}{73,6} \cdot 10^{-6} = 1,096 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_6^{\text{Вьет.}} = 73,6$		
4	Нидерланды	$k_6^{\text{Нид.}} = 81,7$	$R_H^{\text{Нид.}} = 10^{-6}$	$R_{k_6}^{\text{Вьет.-Нид.}} = \frac{81,7}{73,6} \cdot 10^{-6} = 1,110 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_6^{\text{Вьет.}} = 73,6$		
$R_{\text{расч.}}^{k_6} = \frac{R_{k_6}^{\text{Вьет.-Рос.}} + R_{k_6}^{\text{Вьет.-Чех.}} + R_{k_6}^{\text{Вьет.-Вел.}} + R_{k_6}^{\text{Вьет.-Нид.}}}{4} = 1,051 \cdot 10^{-6}$				

Таблица 2.20 – Результат расчета значения ИПР для Вьетнама на основе индекса экономической свободы

№	Страны	Индекс экономической свободы (x_7)	НЗИПР в ряде стран R_H^j	Расчетное значение ИПР для Вьетнама [жертв. · чел. ⁻¹ · год ⁻¹]
1	Россия	$k_7^{\text{Рос.}} = 56,1$	$R_H^{\text{Рос.}} = 10^{-6}$	$R_{k_7}^{\text{Вьет.-Рос.}} = \frac{56,1}{60,6} \cdot 10^{-6} = 0,926 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_7^{\text{Вьет.}} = 60,6$		
2	Чехия	$k_7^{\text{Чех.}} = 74,4$	$R_H^{\text{Чех.}} = 10^{-6}$	$R_{k_7}^{\text{Вьет.-Чех.}} = \frac{74,4}{60,6} \cdot 10^{-6} = 1,228 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_7^{\text{Вьет.}} = 60,6$		
3	Великобритания	$k_7^{\text{Вел.}} = 72,7$	$R_H^{\text{Вел.}} = 10^{-6}$	$R_{k_7}^{\text{Вьет.-Вел.}} = \frac{72,7}{60,6} \cdot 10^{-6} = 1,200 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_7^{\text{Вьет.}} = 60,6$		
4	Нидерланды	$k_7^{\text{Нид.}} = 79,5$	$R_H^{\text{Нид.}} = 10^{-6}$	$R_{k_7}^{\text{Вьет.-Нид.}} = \frac{79,5}{60,6} \cdot 10^{-6} = 1,312 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_7^{\text{Вьет.}} = 60,6$		
$R_{\text{расч.}}^{k_7} = \frac{R_{k_7}^{\text{Вьет.-Рос.}} + R_{k_7}^{\text{Вьет.-Чех.}} + R_{k_7}^{\text{Вьет.-Вел.}} + R_{k_7}^{\text{Вьет.-Нид.}}}{4} = 1,166 \cdot 10^{-6}$				

Таблица 2.21 – Результат расчета значения ИПР для Вьетнама на основе индекса качества жизни

№	Страны	Индекс качества жизни (x_9)	НЗИПР в ряде стран R_H^j	Расчетное значение ИПР для Вьетнама [жертв. · чел. ⁻¹ · год ⁻¹]
1	Россия	$k_9^{\text{Рос.}} = 103,32$	$R_H^{\text{Рос.}} = 10^{-6}$	$R_{k_9}^{\text{Вьет.-Рос.}} = \frac{103,32}{81,09} \cdot 10^{-6} = 1,274 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_9^{\text{Вьет.}} = 81,09$		
2	Чехия	$k_9^{\text{Чех.}} = 162,01$	$R_H^{\text{Чех.}} = 10^{-6}$	$R_{k_9}^{\text{Вьет.-Чех.}} = \frac{162,01}{81,09} \cdot 10^{-6} = 1,998 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_9^{\text{Вьет.}} = 81,09$		
3	Великобритания	$k_9^{\text{Вел.}} = 171,89$	$R_H^{\text{Вел.}} = 10^{-6}$	$R_{k_9}^{\text{Вьет.-Вел.}} = \frac{171,89}{81,09} \cdot 10^{-6} = 2,120 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_9^{\text{Вьет.}} = 81,09$		
4	Нидерланды	$k_9^{\text{Нид.}} = 191,25$	$R_H^{\text{Нид.}} = 10^{-6}$	$R_{k_9}^{\text{Вьет.-Нид.}} = \frac{191,25}{81,09} \cdot 10^{-6} = 2,358 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_9^{\text{Вьет.}} = 81,09$		
$R_{\text{расч.}}^{k_9} = \frac{R_{k_9}^{\text{Вьет.-Рос.}} + R_{k_9}^{\text{Вьет.-Чех.}} + R_{k_9}^{\text{Вьет.-Вел.}} + R_{k_9}^{\text{Вьет.-Нид.}}}{4} = 1,938 \cdot 10^{-6}$				

Таблица 2.22 – Результат расчета значения ИПР для Вьетнама на основе индекса качества медицины

№	Страны	Индекс качества медицины (x_{13})	НЗИПР в ряде стран R_H^j	Расчетное значение ИПР для Вьетнама [жертв. · чел. ⁻¹ · год ⁻¹]
1	Россия	$k_{13}^{\text{Рос.}} = 56,77$	$R_H^{\text{Рос.}} = 10^{-6}$	$R_{k_{13}}^{\text{Вьет.-Рос.}} = \frac{56,77}{52,45} \cdot 10^{-6} = 1,082 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_{13}^{\text{Вьет.}} = 52,45$		
2	Чехия	$k_{13}^{\text{Чех.}} = 75,36$	$R_H^{\text{Чех.}} = 10^{-6}$	$R_{k_{13}}^{\text{Вьет.-Чех.}} = \frac{75,36}{52,45} \cdot 10^{-6} = 1,437 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_{13}^{\text{Вьет.}} = 52,45$		
3	Велико-британия	$k_{13}^{\text{Вел.}} = 74,19$	$R_H^{\text{Вел.}} = 10^{-6}$	$R_{k_{13}}^{\text{Вьет.-Вел.}} = \frac{74,19}{52,45} \cdot 10^{-6} = 1,414 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_{13}^{\text{Вьет.}} = 52,45$		
4	Нидерланды	$k_{13}^{\text{Нид.}} = 81,08$	$R_H^{\text{Нид.}} = 10^{-6}$	$R_{k_{13}}^{\text{Вьет.-Нид.}} = \frac{81,08}{52,45} \cdot 10^{-6} = 1,546 \cdot 10^{-6}$
	Вьетнам	$k_{13}^{\text{Вьет.}} = 52,45$		
$R_{\text{расч.}}^{k_{13}} = \frac{R_{k_{13}}^{\text{Вьет.-Рос.}} + R_{k_{13}}^{\text{Вьет.-Чех.}} + R_{k_{13}}^{\text{Вьет.-Вел.}} + R_{k_{13}}^{\text{Вьет.-Нид.}}}{4} = 1,370 \cdot 10^{-6}$				

Для определения весовых коэффициентов значимости по шести социально-экономическим показателям развития стран используем формулу Фишберна. При этом необходимо упорядочить ПСЭРС по мере убывания их значимости: $z_1 \geq z_2 \geq \dots \geq z_m$ [8, 82].

В этом случае весовые коэффициенты образуют убывающую арифметическую прогрессию и могут быть определены по выражению [8, 64]:

$$\omega_p = \frac{2 \cdot (m - p + 1)}{m(m + 1)}, \quad p = 1, 2, \dots, m, \quad (2.29)$$

где m – количество показателей, а p – ранг отдельного показателя.

В рассматриваемом случае, если ПСЭРС имеет наиболее высокое абсолютное значение коэффициента корреляции с ИПР, то этот показатель имеет наиболее высокий ранг. Следовательно, соответствующие весовые коэффициенты будут в таком порядке: для $R_{\text{расч.}}^{k_6}$, ω_1 ; для $R_{\text{расч.}}^{k_9}$, ω_2 ; для $R_{\text{расч.}}^{k_5}$, ω_3 ; для $R_{\text{расч.}}^{k_1}$, ω_4 ; для $R_{\text{расч.}}^{k_{13}}$, ω_5 ; для $R_{\text{расч.}}^{k_7}$, ω_6 .

Для определения весового коэффициента ω_1 ($k = 1, m = 6$):

$$\omega_1 = \frac{2 \cdot (6 - 1 + 1)}{6 \cdot (6 + 1)} = 0,2857.$$

Аналогичный расчет для остальных весовых коэффициентов:

$$\omega_2 = \frac{2 \cdot (6 - 2 + 1)}{6 \cdot (6 + 1)} = 0,2381; \omega_3 = \frac{2 \cdot (6 - 3 + 1)}{6 \cdot (6 + 1)} = 0,1905;$$

$$\omega_4 = \frac{2 \cdot (6 - 4 + 1)}{6 \cdot (6 + 1)} = 0,1429; \omega_5 = \frac{2 \cdot (6 - 5 + 1)}{6 \cdot (6 + 1)} = 0,0952; \omega_6 = \frac{2 \cdot (6 - 6 + 1)}{6 \cdot (6 + 1)} = 0,0476.$$

Результат расчетов весовых коэффициентов (ω_p) для значимых ПСЭРС, абсолютные значения коэффициента корреляции между ПСЭРС и ИПР $|r_{k,y}|$ и расчетные нормативные значения ИПР $R_{расч.}^{k_i}$ представлены в таблице 2.23 [8].

Таблица 2.23 – Результат расчета определения весовых коэффициентов по формуле Фишберна

Порядковый номер ПСЭРС (k_i)	Абсолютное значение коэффициента корреляции $ r_{k,y} $	Расчетное нормативное значение ИПР $R_{расч.}^{k_i}$	Соответствующий весовой коэффициент ω_p
1	0,986	$R_{расч.}^{k_6} = 1,051 \cdot 10^{-6}$	$\omega_1 = 0,2857$
2	0,980	$R_{расч.}^{k_9} = 1,938 \cdot 10^{-6}$	$\omega_2 = 0,2381$
3	0,979	$R_{расч.}^{k_5} = 1,087 \cdot 10^{-6}$	$\omega_3 = 0,1905$
4	0,978	$R_{расч.}^{k_1} = 1,278 \cdot 10^{-6}$	$\omega_4 = 0,1429$
5	0,975	$R_{расч.}^{k_{13}} = 1,370 \cdot 10^{-6}$	$\omega_5 = 0,0952$
6	0,972	$R_{расч.}^{k_7} = 1,166 \cdot 10^{-6}$	$\omega_6 = 0,0476$

Следовательно, нормативная величина ИПР для Вьетнама определится как [8]:

$$R_n^{Вьетнам} = \sum_{i=1, p=1}^6 \omega_p R_{расч.}^{k_i} = 0,2857 \cdot 1,051 \cdot 10^{-6} + 0,2381 \cdot 1,938 \cdot 10^{-6} + 0,1905 \cdot 1,087 \cdot 10^{-6} + 0,1429 \cdot 1,278 \cdot 10^{-6} + 0,0952 \cdot 1,370 \cdot 10^{-6} + 0,0476 \cdot 1,166 \cdot 10^{-6} = 1,34 \cdot 10^{-6} (\text{жертв.} \cdot \text{чел.}^{-1} \cdot \text{год}^{-1})$$

Величина нормативного индивидуального пожарного риска для Вьетнама находится в пределах: $R_{нуль}^{Вьетнам} = 3,8 \cdot 10^{-8} < R_n^{Вьетнам} = 1,34 \cdot 10^{-6} < R_{вну}^{Вьетнам} = 3,8 \cdot 10^{-6}$.

На основе полученных результатов разработан алгоритм обоснования нормативного значения ИПР для Вьетнама, который представлен на рисунке 2.12 [8, 82].

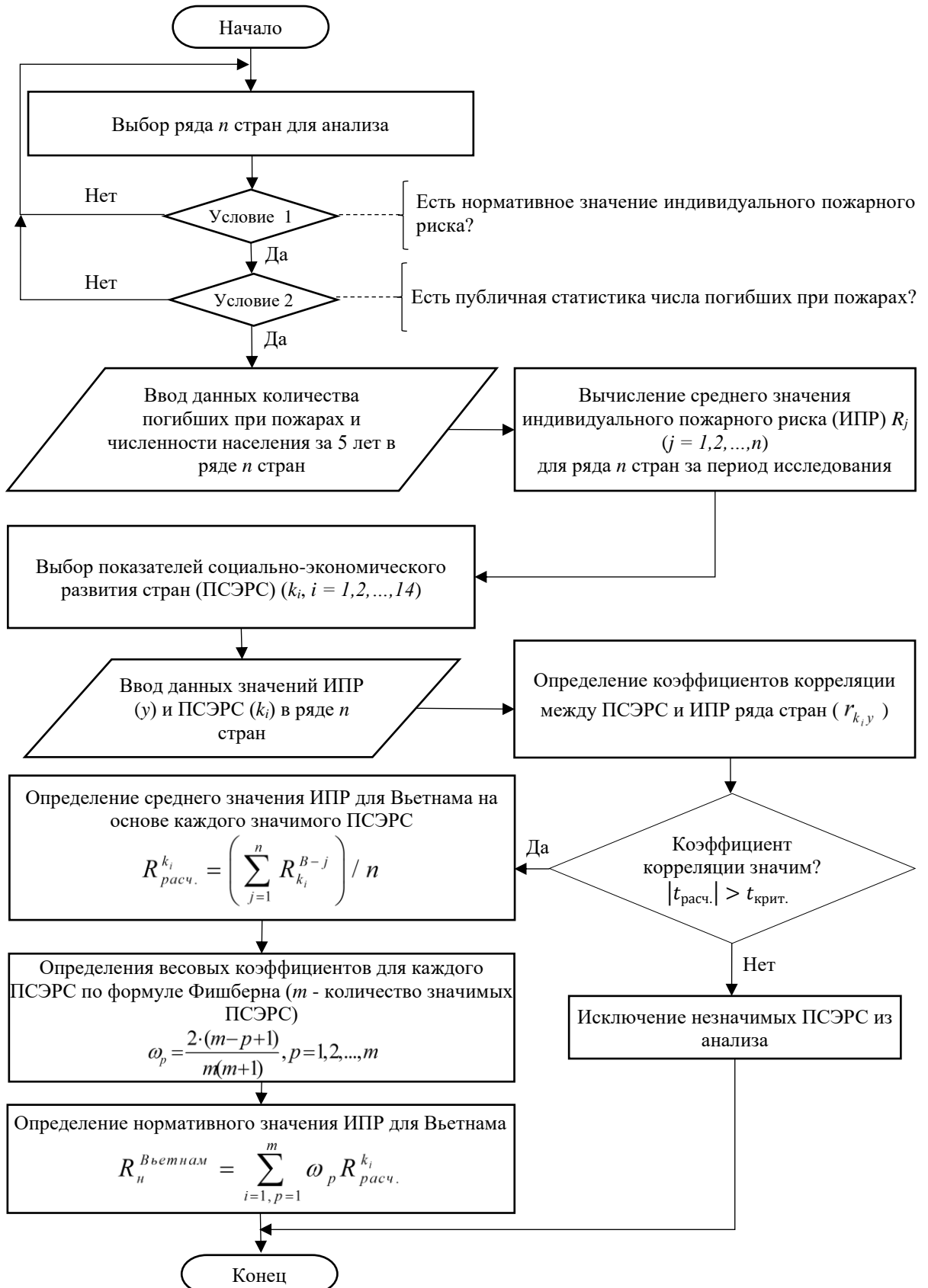


Рисунок 2.12 – Алгоритм обоснования нормативного значения ИПР для Вьетнама

Учитывая то, что ПСЭРС являются динамически переменными, рекомендуется делать перерасчет нормативного ИПР через каждые 5 лет. Это примерный период, при котором пересматриваются программы социально-экономического развития страны [49].

Результат показывает, что значение ИПР во Вьетнаме не должно превышать $1,34 \cdot 10^{-6}$ *жертв.·чел.⁻¹·год⁻¹*. Это значение очень важно при принятии управленческих решений по техническим и организационным мерам по повышению пожарной безопасности на территории Вьетнама.

На рисунке 2.13 представлен график оценки уровней ИПР в АТЕ Вьетнама. Из графика видно, что 12 из 63 АТЕ Вьетнама (что составляет 19%), имеют значения ИПР выше допустимого уровня $1,34 \cdot 10^{-6}$ *жертв.·чел.⁻¹·год⁻¹*, рассчитанного в период 2019–2022 гг. Самое высокое значение ИПР наблюдается в провинции Биньзыонг ($R_{\text{инд.}}^{\text{Биньзыонг}} = 1,949$ *жертв.·чел.⁻¹·год⁻¹*), что около 1,5 раз превышает допустимый уровень. Далее следуют города Ханой и Хазянг со значением ИПР $R_{\text{инд.}}^{\text{Ханой}} = 1,789$ *жертв.·чел.⁻¹·год⁻¹*, $R_{\text{инд.}}^{\text{Хазянг}} = 1,733$ *жертв.·чел.⁻¹·год⁻¹* соответственно.

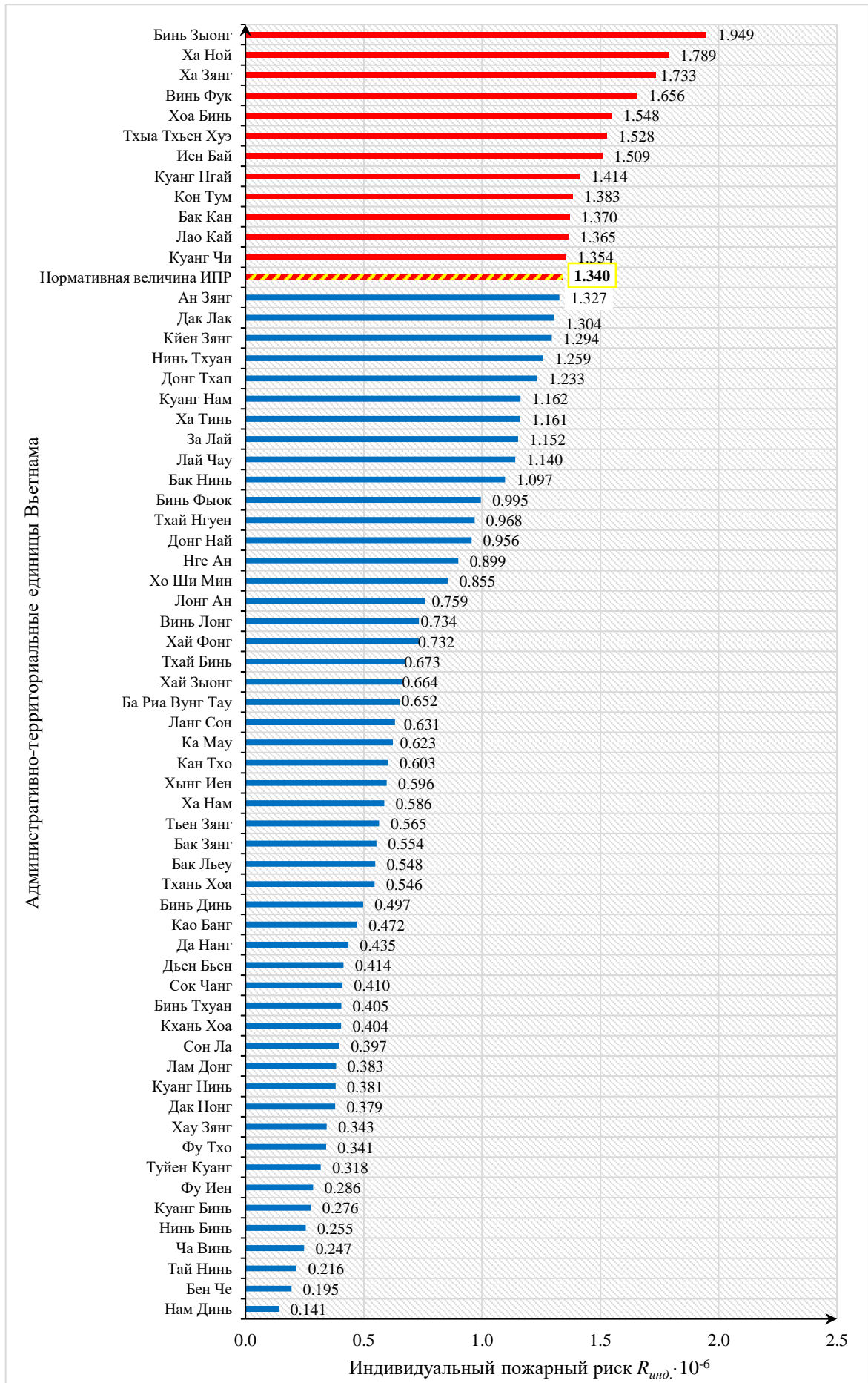


Рисунок 2.13 – Оценка уровней ИПР в АТЕ Вьетнама

2.5. Разработка модели поддержки принятия управленческого решения по оценке уровней пожарной опасности в административно-территориальных единицах Вьетнама

Используются результат оценки УПО АТЕ, определяемые на основе ИСЭППР и обоснованное нормативное ИПР для Вьетнама была разработана модель поддержки принятия управленческого решения по оценке УПО в АТЕ, которая представлена на рисунке 2.14. Модель разделена на 4 блока следующим образом [8, 92, 93]:

Первый блок – субъект управления. Во Вьетнаме управление пожарной безопасностью разделено на два самых больших уровня. На государственном уровне непосредственным надзорным и управляющим органом является правительство, за которым следуют МОБ и ГУПО и АСС при МОБ. На административном уровне (провинции, города) за общее управление отвечает Глава провинциальной административной единицы. Агентством прямого управления является Провинциальное управление полиции при МОБ Вьетнама и Отдел ПО и АСС при провинциальном управлении полиции МОБ.

Второй блок – объект управления. Объектом управления являются система предотвращения пожара (СПП) и система противопожарной защиты (СППЗ) в АТЕ Вьетнама.

Задача СПП заключается в исключении условий возникновения пожара, т.е. в предотвращении пожара, а количественной характеристикой (выходным параметром) степени выполнения отмеченной задачи может служить частота пожаров $\lambda_{(t)}$, год⁻¹.

Задача СППЗ заключается в предотвращении воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба. Следовательно, выходными параметрами степени выполнения поставленной задачи этой

системой могут служить количество погибших людей (N_z), количество травмированных (N_m) и материального ущерба Y [8, 57].

Третий блок – оценка пожарных рисков. В этом блоке после сбора данных ($\lambda_{(t)}$, N_z , N_m , Y) необходимо определить значения пожарных рисков, а также оценить УПО в АТЕ и выявить, какие административные единицы имеют особо высокий и высокий уровень пожарной опасности. Затем надо сравнить их с нормативным значением ИПР Вьетнама.

Четвертый блок – разработка решений. Если в АТЕ $R_{расч.} > R_n = 1,34 \cdot 10^{-6}$ то необходимо выявить факторы, влияющие на пожарные риски в АТЕ, и принять управленческие решения по снижению пожарных рисков, что позволит снизить УПО. После этого необходимо проводить регулярный мониторинг и контроль пожарных рисков [8].

На основе разработанной модели в следующей главе проводится построение алгоритма поддержки принятия управленческих решений по снижению УПО в АТЕ Вьетнама.

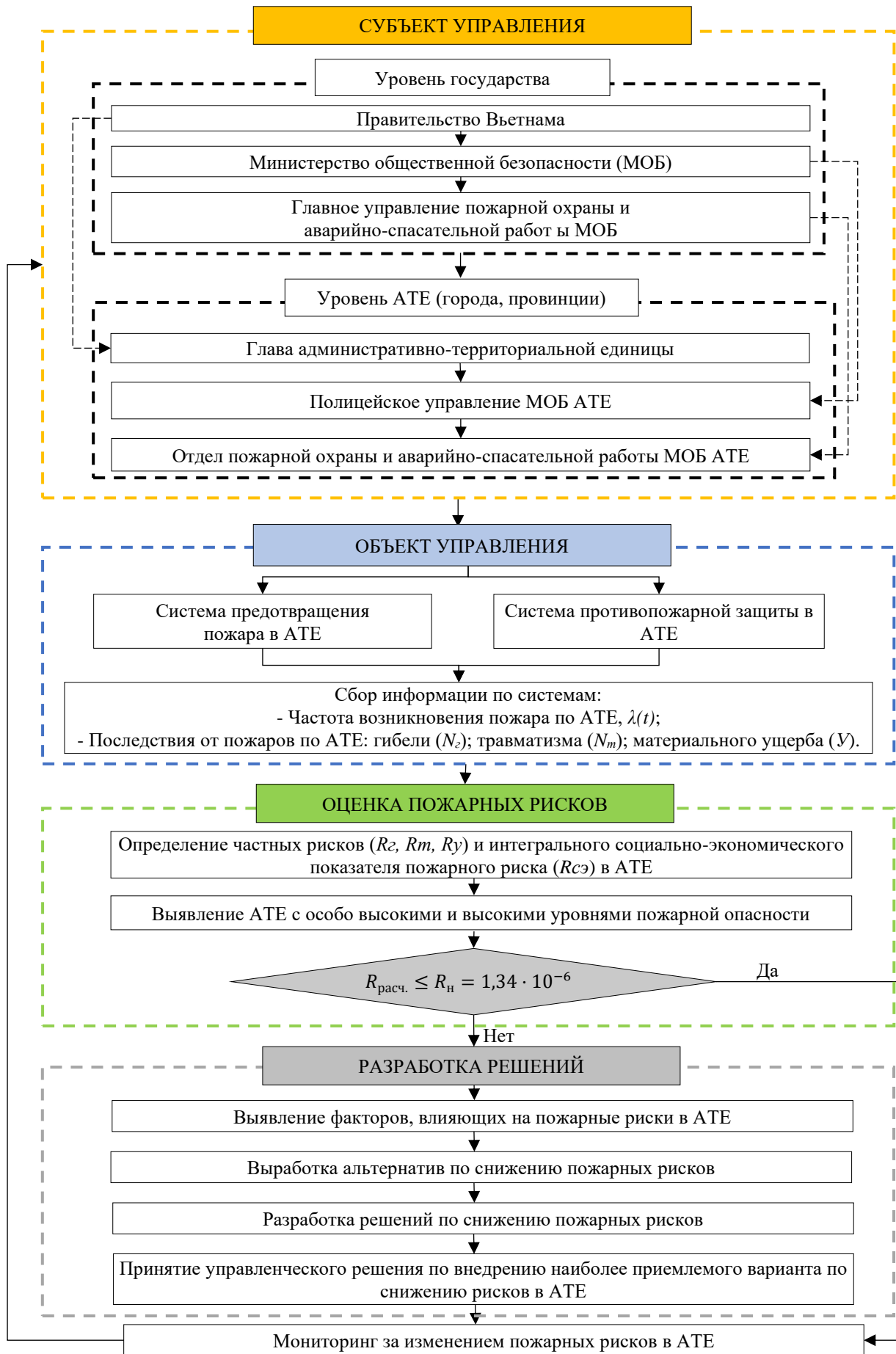


Рисунок 2.14 – Модель поддержки принятия управленческого решения по оценке уровней пожарной опасности в АТЕ Вьетнама

Выводы по второй главе

1. Проведен анализ основных интегральных пожарных рисков в АТЕ Вьетнама, который показал, что распределение пожарных рисков по АТЕ (провинциям) Вьетнама неоднородно. Высокие значения риска гибели людей при пожаре (R_z) наблюдаются в АТЕ: Биньзыонг, Ханой, Хазянг и Виньфук, которые составляют от 1,9 до 1,7 *жертв·чел.⁻¹·год⁻¹·10⁻⁶*. Самый высокий риск травматизма людей при пожаре (R_m) наблюдается в АТЕ: Лангсон, Куангнинь, Ханой и Хошимин, который составляет 2,5 *травм·чел.⁻¹·год⁻¹·10⁻⁶*. Наиболее высокие значения риска материального ущерба (R_y) наблюдаются в АТЕ: Биньтхуан, Куангчи, Хайфонг и Тьензянг, которые составляют от 18,4 до 19,8 *тыс донг·чел.⁻¹·год⁻¹*.

2. На основе полученных значений основных интегральных пожарных рисков определены показатели ИСЭППР ($R_{сэ}$) и произведено ранжирование АТЕ Вьетнама по УПО. На особо высоком уровне пожарной опасности находятся АТЕ Биньзыонг ($R_{сэ} = 0,958$), Ханой ($R_{сэ} = 0,858$), Куангчи ($R_{сэ} = 0,812$). Ранжирование провинций по ИСЭППР позволяет осуществлять первоочередные организационно-технические мероприятия по снижению пожарных рисков в провинциях с особо высоким и высоким уровнем пожарной опасности.

3. Определены показатели верхнего и нижнего предельных уровней ИПР для Вьетнама, которые соответствуют неравенству $R_{нпу}^{Вьетнам} = 3,8 \cdot 10^{-8} \leq R_{н}^{Вьетнам} \leq R_{епу}^{Вьетнам} = 3,8 \cdot 10^{-6}$. Величина нормативного индивидуального пожарного риска для Вьетнама составляет $R_{н}^{Вьетнам} = 1,34 \cdot 10^{-6}$ [*жертв / чел.год.*]. Это означает, что число погибших от пожаров во Вьетнаме не должно быть выше 1,34 *жертв.* на 1 *млн. чел.* в год. Результат оценки уровней ИПР показал, что 12 из 63 АТЕ Вьетнама (составляет 19%) имеют значения ИПР выше допустимого уровня.

4. На основе обоснования нормативной величины ИПР и результата оценки УПО разработана модель поддержки принятия управленческих решений по оценке УПО в АТЕ Вьетнама. Предложенная модель является основой для построения алгоритма поддержки принятия управленческого решения по снижению УПО для АТЕ Вьетнама.

ГЛАВА 3. АЛГОРИТМ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ УРОВНЕЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЕДИНИЦАХ

В этой главе проведен анализ факторов, влияющих на пожарные риски во Вьетнаме. Разработаны математические модели, показывающие взаимосвязь между факторами, влияющими на пожарные риски. Исходя из этого, представлены доверительные интервалы прогнозов и решения для снижения пожарных рисков, позволяющие снижать УПО в АТЕ. Разработаны алгоритм и программа для ЭВМ поддержки управленческих решений по снижению УПО АТЕ.

3.1. Анализ факторов, влияющих на пожарные риски во Вьетнаме

Проведя исследования в области влияния пожарных рисков на жизнедеятельность общества и изучая ряд работ [18, 36, 37, 76, 88] был сформирован и унифицирован перечень социально-экономических факторов, влияющих на обстановку с пожарами в АТЕ: планировка и географические условия; наличие горючих материалов; культурные и географические факторы; численность населения и плотность застройки; техническое состояние зданий и сооружений; менталитет людей и соблюдение правил пожарной безопасности; уровень технического оснащения пожарных подразделений; наличие и работоспособность системы оповещения и вызова пожарных служб; наличие и качество медицинских служб; уровень охраны и мониторинга на территории; транспортная доступность; готовность населения к возможным аварийным

ситуациям; экономические факторы; климатические условия; работоспособность системы электроснабжения; наличие и состояние систем водоснабжения и канализации; наличие газовых систем; степень развития модернизированных технологий и т.п. [88, 90].

Авторы научных исследований [38, 73, 88] отмечали, что состояние пожарной обстановки в значительной степени зависит от факторов, характеризующих региональные особенности АТЕ.

По мнению автора [10], все основные пожарные риски зависят, прежде всего, от природных, техногенных и социальных факторов. Влияние «человеческого фактора» достаточно велико и среди техногенных причин пожаров, так как именно люди допускают небрежность или неграмотность при монтаже, установке и эксплуатации различных приборов и инженерных систем [88].

Во Вьетнаме в последние годы количество пожаров имеет тенденцию к снижению, однако последствия, причиняемые пожарами, имеют тенденцию к увеличению [50, 90]. Столкнувшись с этой ситуацией, Премьер-министр издал Директиву 01/СТ-ТТг от 3 января 2023 года об усилении противопожарной безопасности в новой ситуации. При этом выделяются 3 основные группы факторов, влияющих на пожарную безопасность во Вьетнаме [27, 88, 90]:

- профилактические мероприятия и устранение нарушений пожарной безопасности;
- силы и средства пожарной охраны;
- показатели оперативного реагирования и тушения пожаров.

Согласно методике оценки УПО в АТЕ Вьетнама [92], рассматриваются три основных пожарных риска: R_e , R_m , R_y . При этом учитывается три основных показателя последствий от пожаров: количество погибших, травмированных и материальный ущерб. Поэтому с целью минимизации пожарных рисков, а также снижения УПО на территории Вьетнама мы рассматриваем группы факторов, влияющих на последствия пожаров (пожарные риски) по Директиву от Премьер-министра [27].

На рисунке 3.1 представлены факторы, влияющие на пожарные риски во Вьетнаме [88].



Рисунок 3.1 – Возможные факторы, влияющие на пожарные риски во Вьетнаме

3.2. Разработка многофакторных математических моделей

В таблице 3.1 представлены возможные факторы, влияющие на пожарные риски во Вьетнаме и их обозначения [27, 88, 90].

Таблица 3.1 – Возможные факторы, влияющие на пожарные риски во Вьетнаме и их обозначения

№	Наименование факторов	Единица измерения	Обозначение (x_j)
Профилактические мероприятия и устранение нарушений пожарной безопасности			
1	Количество надзорных проверок объектов у пожарного отделения	ед.	x_1
2	Количество надзорных проверок объектов у народного комитета	ед.	x_2
3	Количество нарушений правил пожарной безопасности (ППБ) в строительстве	ед.	x_3

Окончание таблицы 3.1

1	2	3	4
4	Количество нарушений ППБ в деятельности эксплуатации	ед.	x_4
5	Сумма штрафа за нарушения ППБ	млн донгов	x_5
6	Количество объектов, лицензии на деятельность которых приостановлены, временно приостановлены и отозваны	ед.	x_6
7	Количество учений по плану пожаротушения	ед.	x_7
8	Количество новостных статей, репортажей и специальных тем по пожарной безопасности (ПБ)	ед.	x_8
9	Количество учебных занятий по навыкам ПБ	ед.	x_9
10	Количество устных пропагандистских сессий по ПБ	ед.	x_{10}
Силы и средства пожарной охраны			
11	Количество офицеров и пожарных	чел.	x_{11}
12	Количество пожарных автомобилей	ед.	x_{12}
13	Количество пожарных депо	ед.	x_{13}
14	Количество пожарных насосов	ед.	x_{14}
15	Количество источников воды для пожаротушения	ед.	x_{15}
Показатели оперативного реагирования и тушения пожаров			
16	Количество выездов пожарной охраны	выезд. /год	x_{16}
17	Среднее время прибытия подразделений пожарной охраны к месту вызова	мин.	x_{17}
18	Средняя скорость пожарной машины	км/ч	x_{18}
19	Среднее время тушения пожаров	ч	x_{19}
20	Среднее время сообщения о пожаре	мин.	x_{20}

Средние значения основных пожарных рисков ($y_i, i = 1, 2, 3$) в АТЕ (всего 63) Вьетнама ($R_2 = y_1; R_m = y_2; R_y = y_3$) за период 2019–2022 гг., представлены на рисунках 2.1–2.3. Данные значения возможных факторов, влияющих на пожарные риски в АТЕ Вьетнама ($x_j, j = 1, 2, \dots, 20$) за период 2019–2022 гг., представлены в таблице А2 (Приложение А) [50, 90].

С целью минимизации пожарных рисков, а также снижения уровня пожарной опасности в АТЕ необходимо построить математическую модель, показывающую взаимосвязь между факторами, влияющими на пожарные риски. Исходя из этого, можно представить прогноз и конкретные решения по снижению пожарных рисков.

Для построения математической модели, показывающей зависимость между многими факторами, влияющими на выходную переменную (отклик), наиболее популярным методом является регрессионный анализ [90].

Метод регрессионного анализа также применяются при анализе систем прогнозирования: модель эффективного прогнозирования ущерба от пожаров [67], модель оценки деятельности органов местного самоуправления по пожарной безопасности [77] и т.д.

Под регрессионным анализом понимается процесс построения математической модели, описывающей зависимость некоторой целевой характеристики объекта или процесса от других его характеристик. Однако в нашей задаче на выходную переменную (отклик) влияет несколько факторов. В таком случае рассматривается множественная регрессия. Для построения модели множественной регрессии необходимо выбрать значимые факторы [90].

Для отбора значимых факторов нужно определить коэффициенты парной корреляции $R_{y_i x_j}$ по формуле (3.1), чтобы выбрать значимые факторы x_j , наиболее влияющие на y_i .

$$r_{y_i x_j} = \frac{\sum (y_i - \bar{y}_i)(x_j - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum (y_i - \bar{y}_i)^2 \sum (x_j - \bar{x}_j)^2}}, \quad (3.1)$$

где \bar{y}_i, \bar{x}_j – средние значения i -пожарного риска ($i = 1, 2, 3$) и фактора x_j ($j = 1, 2, 3, \dots, 20$).

Факторы, включаемые в математическую модель, должны отвечать следующим требованиям:

- факторы должны быть количественно измеримы;
- факторы не должны быть взаимно коррелированы (мульти коллинеарные). Если факторы явно коллинеарны, то они дублируют друг друга и один из них рекомендуется исключить из регрессии [26];

- факторы должны иметь заметную связь с результирующей переменной, т.е. коэффициент корреляции $|r_{y_i x_j}| \geq 0,35$ [90].

Выбор минимального значения коэффициента корреляции $r_{y_i x_j} = 0,35$ имеет две причины:

– результат расчетов минимального размера выборки n , достаточного для того, чтобы можно было отклонить нулевую гипотезу о равенстве коэффициентов корреляции нулю. Рассматриваются коэффициенты корреляции от 0,10 до 0,90 с шагом 0,05 для различных альтернативных гипотез на наиболее часто встречающихся уровнях статистической мощности 0,8 (80%) и 0,9 (90%) при уровне доверительной вероятности 95% (альфа-ошибки 5%). Результат показывает, что при значении коэффициента корреляции $r = 0,35$ соответственно минимальный размер выборки $n = 62$ [23]. Следовательно, для разработки многофакторных математических моделей взаимосвязи факторов, влияющих на пожарные риски с количеством выборки (количество АТЕ) $n = 63$, необходимо выбрать фактор (x_j), который имеет коэффициент корреляции с пожарным риском (y_i): $|r_{y_i x_j}| \geq 0,35$;

– проверка статистической гипотезы о значении коэффициента корреляции r позволяет оценить, является ли связь между двумя случайными величинами случайным результатом или нет. Если $R = 0$, то они не имеют корреляции (нулевая гипотеза H_0). Оценка достоверности коэффициента корреляции R определяется по формуле:

$$t_{расч.} = \frac{|r|}{\sigma_r} = \frac{|r|\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}. \quad (3.2)$$

Для Вьетнама $n = 63$, коэффициент $r = 0,35$, тогда $t_{расч.} = 2,918 > t_{кр} = 1,998$, где $t_{кр}$ – критическое значение критерия Стьюдента для числа степеней свободы $n - 2$. Это позволяет заключить, что мы можем отклонить нулевую гипотезу [90].

Полученные факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на пожарные риски, для включения в множественную модель регрессии представлены в таблице 3.2.

Из таблицы 3.2 видно, что для построения математической модели зависимой переменной $\hat{y}_1 (R_z)$ необходимо учитывать следующие независимые переменные:

$x_4; x_7; x_9; x_{10}$. Для зависимой переменной $\hat{y}_2 (R_m)$ необходимо учитывать следующие независимые переменные: $x_4; x_9; x_{10}; x_{12}; x_{20}$ и для $\hat{y}_3 (R_y)$: $x_3; x_{12}; x_{17}; x_{19}$.

Таблица 3.2 – Результат отборов значимых факторов для построения моделей

Коэффициент корреляции $ r_{y_1 x_j} $	Значение	Коэффициент корреляции $ r_{y_2 x_j} $	Значение	Коэффициент корреляции $ r_{y_3 x_j} $	Значение
$ r_{y_1 x_4} $	0,585	$ r_{y_2 x_4} $	0,415	$ r_{y_3 x_3} $	0,533
$ r_{y_1 x_7} $	0,478	$ r_{y_2 x_9} $	0,384	$ r_{y_3 x_{12}} $	0,468
$ r_{y_1 x_9} $	0,355	$ r_{y_2 x_{10}} $	0,414	$ r_{y_3 x_{17}} $	0,890
$ r_{y_1 x_{10}} $	0,374	$ r_{y_2 x_{12}} $	0,353	$ r_{y_3 x_{19}} $	0,582
		$ r_{y_2 x_{20}} $	0,569		

В таком случае рассматривается множественная регрессия, представляемая в математическом виде [17, 20, 34, 46]:

$$y_k = \beta_0 + \beta_1 x_{1k} + \beta_2 x_{2k} + \dots + \beta_m x_{mk} + \varepsilon_k, \quad (3.3)$$

где y_k – зависимая переменная; $x_1, x_2, x_3, \dots, x_m$ – факторы (независимые переменные); β_k – k -ый параметр, подлежащий оцениванию; ε_k – ошибки аппроксимации ($k = 1, 2, 3, \dots, n$); n – количество наблюдений.

Обозначим:

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix}. \quad (3.4)$$

$$x_1 = \begin{pmatrix} x_{11} \\ x_{12} \\ \dots \\ x_{1n} \end{pmatrix}, \dots, x_m = \begin{pmatrix} x_{m1} \\ x_{m2} \\ \dots \\ x_{mn} \end{pmatrix}. \quad (3.5)$$

$$\varepsilon = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \dots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}. \quad (3.6)$$

$$\beta = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \dots \\ \beta_m \end{pmatrix}. \quad (3.7)$$

Ввести матрицу наблюдения X размера $n \times (m+1)$ и вектор коэффициентов β размера $(m+1) \times 1$:

$$X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{m1} \\ 1 & x_{12} & \dots & x_{m2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{1n} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix}. \quad (3.8)$$

Тогда уравнение регрессии (3.3) можно переписать в матричном виде:

$$Y = X\beta + \varepsilon. \quad (3.9)$$

Уравнение (3.9) представляет собой систему уравнений наблюдения объекта в рамках модели множественной регрессии в виде:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_m x_m + \varepsilon. \quad (3.10)$$

Нахождение коэффициентов модели $(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_m)$ матричным способом решения по выражению:

$$B = (X^T X)^{-1} X^T Y, \quad (3.11)$$

где B – вектор-столбец оценок искомых коэффициентов регрессии; X – матрица значений всех значимых факторов, X^T – матрица транспонирования к матрице X [17, 20, 34, 46].

Здесь обозначаем \hat{y}_1 – модель, представляющая зависимость пожарного риска R_2 от значимых влияющих факторов, модель \hat{y}_2 – зависимость R_m , а модель \hat{y}_3 – зависимость R_y от значимых влияющих факторов.

Из статистических данных таблицы А2 (Приложение А) подставим в формулу 3.5 и получим следующие матрицы наблюдения:

$$X_1 = \begin{pmatrix} 1 & 221,3 & 30,5 & 31,3 & 179,3 \\ 1 & 147,5 & 51,5 & 38,3 & 148,3 \\ 1 & 175,3 & 43,3 & 105,3 & 19,5 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 112,0 & 18,0 & 9,3 & 57,5 \\ 1 & 387,5 & 73,3 & 165,3 & 38,8 \\ 1 & 318,3 & 35,5 & 85,0 & 18,5 \end{pmatrix}; X_1^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 & 1 \\ 221,3 & 147,5 & 175,3 & \dots & 112,0 & 387,5 & 318,3 \\ 30,5 & 51,5 & 43,3 & \dots & 18,0 & 73,3 & 35,5 \\ 31,3 & 38,3 & 105,3 & \dots & 9,3 & 165,3 & 85,0 \\ 179,3 & 148,3 & 19,5 & \dots & 57,5 & 38,8 & 18,5 \end{pmatrix};$$

$$X_2 = \begin{pmatrix} 1 & 221,3 & 31,3 & 179,3 & 32,8 & 1,6 \\ 1 & 147,5 & 38,3 & 148,3 & 45,0 & 2,5 \\ 1 & 175,3 & 105,3 & 19,5 & 72,0 & 1,5 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 112,0 & 9,3 & 57,5 & 20,3 & 2,5 \\ 1 & 387,5 & 165,3 & 38,8 & 131,3 & 2,7 \\ 1 & 318,3 & 85,0 & 18,5 & 18,3 & 4,0 \end{pmatrix}; X_2^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 & 1 \\ 221,3 & 147,5 & 175,3 & \dots & 112,0 & 387,5 & 318,3 \\ 31,3 & 38,3 & 105,3 & \dots & 9,3 & 165,3 & 85,0 \\ 179,3 & 148,3 & 19,5 & \dots & 57,5 & 38,8 & 18,5 \\ 32,8 & 45,0 & 72,0 & \dots & 20,3 & 131,3 & 18,3 \\ 1,6 & 2,5 & 1,5 & \dots & 2,5 & 2,7 & 4,0 \end{pmatrix};$$

$$X_3 = \begin{pmatrix} 1 & 86,0 & 32,8 & 9,9 & 1,0 \\ 1 & 52,0 & 45,0 & 6,8 & 0,4 \\ 1 & 15,0 & 72,0 & 8,5 & 1,5 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 253,0 & 20,3 & 3,5 & 0,7 \\ 1 & 886,0 & 131,3 & 11,7 & 1,4 \\ 1 & 144,0 & 18,3 & 5,2 & 1,6 \end{pmatrix}; X_3^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 & 1 \\ 86,0 & 52,0 & 15,0 & \dots & 253,0 & 886,0 & 144,0 \\ 32,8 & 45,0 & 72,0 & \dots & 20,3 & 131,3 & 18,3 \\ 9,9 & 6,8 & 8,5 & \dots & 3,5 & 11,7 & 5,2 \\ 1,0 & 0,4 & 1,5 & \dots & 0,7 & 1,4 & 1,6 \end{pmatrix}.$$

Подставим в матрицу Y – вектор – столбец значений пожарных рисков (из рис. 2.1–2.3):

$$Y_1 = \begin{pmatrix} 1,33 \\ 0,65 \\ 0,55 \\ \dots \\ 0,73 \\ 1,66 \\ 1,51 \end{pmatrix}; Y_2 = \begin{pmatrix} 0,53 \\ 0,86 \\ 0,84 \\ \dots \\ 1,21 \\ 1,24 \\ 2,11 \end{pmatrix}; Y_3 = \begin{pmatrix} 8,83 \\ 4,17 \\ 6,67 \\ \dots \\ 1,96 \\ 11,52 \\ 4,11 \end{pmatrix}.$$

Находим коэффициенты многофакторных моделей с использованием формул (3.3)–(3.11). Полученные результаты представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Результаты регрессионного анализа

Модели (\hat{y}_i)	Регрессионный коэффициент (β)					
	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	
\hat{y}_1	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	
	0,0917	0,0060	-0,0011	-0,0054	-0,0001	
\hat{y}_2	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
	0,4138	0,0001	-0,0011	-0,0029	-0,0004	0,4275
\hat{y}_3	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	
	-4,5934	0,0034	-0,0084	1,2673	1,1091	

Полученные модели пожарных рисков от значимых влияющих факторов:

Модель пожарного риска гибели людей при пожаре \hat{y}_1 (R_z):

$$\hat{y}_1 = 0,0917 + 0,006x_4 - 0,0011x_7 - 0,0054x_9 - 0,0001x_{10}, \quad (3.12)$$

Модель пожарного риска травматизма людей при пожаре \hat{y}_2 (R_m):

$$\hat{y}_2 = 0,4138 + 0,0001x_4 - 0,0011x_9 - 0,0029x_{10} - 0,0004x_{12} + 0,4275x_{20}, \quad (3.13)$$

Модель пожарного риска материального ущерба от пожаров \hat{y}_3 (R_y):

$$\hat{y}_3 = -4,5934 + 0,0034x_3 - 0,0084x_{12} + 1,2673x_{17} + 1,1091x_{19}, \quad (3.14)$$

Проведем интерпретацию коэффициентов модели регрессии и оформим ее в таблицах 3.4–3.6.

Таблица 3.4 – Интерпретация коэффициентов модели регрессии \hat{y}_1

№	Название независимых переменных (факторов)	Регрессионный коэффициент (β)	Интерпретация коэффициента
1	Количество нарушений ППБ в деятельности эксплуатации (x_4)	0,006	При увеличении количества нарушений ППБ в деятельности эксплуатации 1 ед. риск гибели людей при пожаре увеличивается на $0,006 \cdot 10^{-6}$ жертв. · чел. ⁻¹ · год ⁻¹
2	Количество учений по плану пожаротушения (x_7)	-0,0011	При увеличении количества учений по плану пожаротушения 1 ед. риск гибели людей при пожаре уменьшается на $0,0011 \cdot 10^{-6}$ жертв. · чел. ⁻¹ · год ⁻¹
3	Количество учебных занятий по навыкам ПБ (x_9)	-0,0054	При увеличении количества учебных занятий по навыкам ПБ 1 ед. риск гибели людей при пожаре уменьшается на $0,0054 \cdot 10^{-6}$ жертв. · чел. ⁻¹ · год ⁻¹
4	Количество устных пропагандистских сессий по ПБ (x_{10})	-0,0001	При увеличении количества устных пропагандистских сессий по ПБ 1 ед. риск гибели людей при пожаре уменьшается на $0,0001 \cdot 10^{-6}$ жертв. · чел. ⁻¹ · год ⁻¹

Таблица 3.5 – Интерпретация коэффициентов модели регрессии \hat{y}_2

№	Название независимых переменных (факторов)	Регрессионный коэффициент (β)	Интерпретация коэффициента
1	Количество нарушений ППБ в деятельности эксплуатации (x_4)	0,0001	При увеличении количества нарушений ППБ в деятельности эксплуатации 1 ед. риск травматизма людей при пожаре увеличивается на $0,0001 \cdot 10^{-6}$ травм.·чел. ⁻¹ ·год ⁻¹
2	Количество учебных занятий по навыкам ПБ (x_9)	-0,0011	При увеличении количества учебных занятий по навыкам ПБ 1 ед. риск травматизма людей при пожаре уменьшается на $0,0011 \cdot 10^{-6}$ травм.·чел. ⁻¹ ·год ⁻¹
3	Количество устных пропагандистских сессий по ПБ (x_{10})	-0,0029	При увеличении количества устных пропагандистских сессий по ПБ 1 ед. риск травматизма людей при пожаре уменьшается на $0,0029 \cdot 10^{-6}$ травм.·чел. ⁻¹ ·год ⁻¹
4	Количество пожарных автомобилей (x_{12})	-0,0004	При увеличении количества пожарных автомобилей 1 ед. риск травматизма людей при пожаре уменьшается на $0,0004 \cdot 10^{-6}$ травм.·чел. ⁻¹ ·год ⁻¹
5	Среднее время сообщения о пожаре (x_{20})	0,4275	При увеличении среднего времени сообщения о пожаре 1 ед. риск травматизма людей при пожаре уменьшается на $0,4275 \cdot 10^{-6}$ травм.·чел. ⁻¹ ·год ⁻¹

Таблица 3.6 – Интерпретация коэффициентов модели регрессии \hat{y}_3

№	Название независимых переменных (факторов)	Регрессионный коэффициент (β)	Интерпретация коэффициента
1	Количество нарушений ППБ в строительстве (x_3)	0,0034	При увеличении количества нарушений ППБ в строительстве 1 ед. риск материального ущерба в результате пожаров увеличивается на $0,0034$ тыс. донг.·чел. ⁻¹ ·год ⁻¹
2	Количество пожарных автомобилей (x_{12})	-0,0084	При увеличении количества пожарных автомобилей 1 ед. риск материального ущерба в результате пожаров уменьшается на $0,0084$ тыс. донг.·чел. ⁻¹ ·год ⁻¹
3	Среднее время прибытия подразделений пожарной охраны к месту вызова (x_{17})	1,2673	При увеличении среднего времени прибытия подразделений пожарной охраны к месту вызова 1 мин. риск материального ущерба в результате пожаров увеличивается на $1,2673$ тыс. донг.·чел. ⁻¹ ·год ⁻¹
4	Среднее время тушения пожаров (x_{19})	1,1091	При увеличении среднего времени тушения 1 час. пожаров риск материального ущерба в результате пожаров увеличивается на $1,1091$ тыс. донг.·чел. ⁻¹ ·год ⁻¹

Практическая значимость модели множественной регрессии оценивается с помощью коэффициента множественной корреляции R и его квадрата – коэффициент детерминации (R^2).

Значение коэффициента детерминации рассчитаем по формуле:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad (3.15)$$

где n – число наблюдений; y_i – значения объясняемой переменной; $\bar{y} = \sum_{i=1}^n y_i / n$ – среднее значение объясняемой переменной; \hat{y}_i – предсказанные значения по модели, $\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$ – сумма квадратов ошибок.

Значение коэффициента корреляции для модели вычисляется по формуле:

$$R = \sqrt{R^2}. \quad (3.16)$$

Для более адекватной оценки модели используется нормированный (скорректированный) коэффициент детерминации (R_{adj}^2):

$$R_{adj}^2 = R^2 - \frac{p(1 - R^2)}{(n - p - 1)}, \quad (3.17)$$

где n – число наблюдений; p – количество факторов в модели.

Для оценки степени достоверности и наличия взаимосвязи модели используем параметр стандартной ошибки S_e . Этот параметр является статистической мерой вариации фактических значений от предсказанных значений по выражению:

$$S_e = \sqrt{S_e^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n - p - 1}}. \quad (3.18)$$

Для проверки значимости математической модели регрессии с помощью F-статистики Фишера нужно рассчитать расчетное статистическое значение $F_{сман}$ по формуле:

$$F_{сман} = \frac{R^2(n - p - 1)}{(1 - R^2)p}. \quad (3.19)$$

Сравним полученные расчетные значения $F_{стат}$ с соответствующим табличным значением $F_{табл} = F_{\alpha;p;n-p-1}$. Если выполняется условие $F_{стат} > F_{табл}$, то модель множественной регрессии является статистически значимой [17, 20, 34, 46].

Для оценки качества модели множественной регрессии используем параметр ошибки абсолютной аппроксимации по формуле:

$$A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100\%. \quad (3.20)$$

Если значение параметра A не превышает 10–12%, то модель множественной регрессии считается удовлетворительной [17].

В таблице 3.7 представлены основные показатели для определения параметров оценки качества и значимости модели множественной регрессии \hat{y}_1 .

Таблица 3.7 – основные показатели для определения параметров оценки качества и значимости модели множественной регрессии \hat{y}_1

№	y_i	\bar{y}_i	\hat{y}_i	$(y_i - \hat{y}_i)^2$	$(y_i - \bar{y}_i)^2$	$\left \frac{(y_i - \hat{y}_i)}{y_i} \right \cdot 100\%$
1	2	3	4	5	6	7
1	1,327	0,826	1,200	0,0161	0,2503	9,553
2	0,652	0,826	0,701	0,0024	0,0304	7,569
3	0,554	0,826	0,521	0,0011	0,0744	5,923
4	1,370	0,826	1,393	0,0005	0,2960	1,634
5	0,548	0,826	0,601	0,0028	0,0774	9,675
6	1,097	0,826	1,076	0,0004	0,0734	1,893
7	0,195	0,826	0,186	0,0001	0,3991	4,675
8	0,497	0,826	0,515	0,0003	0,1084	3,578
9	1,949	0,826	2,083	0,0179	1,2598	6,866
10	0,995	0,826	1,059	0,0041	0,0285	6,399
11	0,405	0,826	0,318	0,0076	0,1778	21,529
12	0,623	0,826	0,704	0,0065	0,0414	12,962
13	0,603	0,826	0,472	0,0170	0,0501	21,667
14	0,472	0,826	0,519	0,0022	0,1254	9,924
15	0,435	0,826	0,304	0,0172	0,1533	30,161
16	0,379	0,826	0,415	0,0013	0,2003	9,668
17	1,304	0,826	1,359	0,0030	0,2284	4,185
18	0,414	0,826	0,417	0,0000	0,1697	0,710
19	0,956	0,826	1,220	0,0696	0,0168	27,597
20	1,233	0,826	1,279	0,0022	0,1653	3,773
21	1,152	0,826	1,071	0,0066	0,1061	7,055
22	1,733	0,826	1,524	0,0434	0,8216	12,025

Окончание таблицы 3.7

1	2	3	4	5	6	7
23	0,586	0,826	0,569	0,0003	0,0576	2,902
24	1,789	0,826	1,948	0,0252	0,9273	8,876
25	1,161	0,826	1,167	0,0000	0,1123	0,479
26	0,664	0,826	0,841	0,0316	0,0265	26,777
27	0,732	0,826	0,855	0,0152	0,0089	16,833
28	0,343	0,826	0,251	0,0085	0,2334	26,926
29	1,548	0,826	1,390	0,0251	0,5214	10,241
30	0,596	0,826	0,666	0,0049	0,0528	11,728
31	0,404	0,826	0,489	0,0072	0,1784	21,030
32	1,294	0,826	1,290	0,0000	0,2190	0,348
33	1,383	0,826	1,146	0,0562	0,3093	17,145
34	1,140	0,826	1,189	0,0024	0,0984	4,307
35	0,383	0,826	0,406	0,0005	0,1970	6,019
36	0,631	0,826	0,552	0,0063	0,0380	12,570
37	1,365	0,826	1,349	0,0003	0,2905	1,187
38	0,759	0,826	0,665	0,0089	0,0045	12,440
39	0,141	0,826	0,168	0,0007	0,4695	19,157
40	0,899	0,826	0,873	0,0007	0,0053	2,939
41	0,255	0,826	0,162	0,0087	0,3266	36,592
42	1,259	0,826	1,377	0,0138	0,1872	9,339
43	0,341	0,826	0,412	0,0051	0,2359	20,970
44	0,286	0,826	0,317	0,0010	0,2924	11,097
45	0,276	0,826	0,254	0,0005	0,3029	7,982
46	1,162	0,826	1,346	0,0338	0,1129	15,807
47	1,414	0,826	1,293	0,0146	0,3450	8,546
48	0,381	0,826	0,429	0,0024	0,1986	12,757
49	1,354	0,826	1,095	0,0674	0,2787	19,175
50	0,410	0,826	0,504	0,0090	0,1736	23,129
51	0,397	0,826	0,475	0,0062	0,1848	19,911
52	0,216	0,826	0,234	0,0003	0,3728	8,534
53	0,673	0,826	0,711	0,0014	0,0235	5,634
54	0,968	0,826	1,044	0,0058	0,0201	7,866
55	0,546	0,826	0,597	0,0026	0,0787	9,391
56	0,565	0,826	0,615	0,0025	0,0684	8,835
57	0,855	0,826	0,818	0,0014	0,0008	4,303
58	0,247	0,826	0,276	0,0008	0,3352	11,597
59	1,528	0,826	1,374	0,0236	0,4918	10,058
60	0,318	0,826	0,365	0,0022	0,2582	14,652
61	0,734	0,826	0,688	0,0021	0,0086	6,242
62	1,656	0,826	1,430	0,0509	0,6879	13,620
63	1,509	0,826	1,493	0,0002	0,4657	1,047
Сумма	-	-	-	0,673	14,054	708,01

Поставим представленные данные (из таблицы 3.7) в формулы 3.15–3.20, получатся:

$$R_1^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n e_{1i}^2}{\sum_{i=1}^n (y_{1i} - \bar{y}_1)^2} = 1 - \frac{0,673}{14,054} = 0,952;$$

$$R_1 = \sqrt{R_1^2} = \sqrt{0,952} = 0,976;$$

$$R_{adj1}^2 = R_1^2 - \frac{p_1(1 - R_1^2)}{(n - p_1 - 1)} = 0,952 - \frac{4 \cdot (1 - 0,952)}{63 - 4 - 1} = 0,949;$$

$$S_{e1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_{1i}^2}{n - p_1 - 1}} = \sqrt{\frac{0,673}{63 - 4 - 1}} = 0,108;$$

$$F_{расч1} = \frac{R_1^2(n - p_1 - 1)}{(1 - R_1^2)p_1} = \frac{0,952 \cdot (63 - 4 - 1)}{(1 - 0,952) \cdot 4} = 287,6;$$

$$F_{таб.(0,05,4,63-4-1)} = 2,52;$$

$$A_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_{1i} - \hat{y}_{1i}}{y_{1i}} \right| \cdot 100\% = \frac{1}{63} \cdot 708,01\% = 11,238\%.$$

Проведены аналогичные расчеты основных параметров оценки качества и значимости других математических моделей множественной регрессии, результат представлен в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Основные параметры для оценки качества и значимости моделей

Параметры	Модели		
	\hat{y}_1	\hat{y}_2	\hat{y}_3
Коэффициент корреляции (R)	0,976	0,963	0,953
Коэффициент детерминации (R^2)	0,952	0,928	0,908
Нормированный коэффициент детерминации (R_{adj}^2)	0,949	0,922	0,902
Стандартная ошибка (S_e)	0,108	0,183	1,574
F-статистики Фишера ($F_{расч.}$)	287,6	146,8	143,7
Табличное значение ($F_{таб.}$)	2,52	2,37	2,52
Значимость F-статистики Фишера (p -value)	$1,51 \cdot 10^{-37}$	$3,04 \cdot 10^{-31}$	$2,19 \cdot 10^{-29}$
Ошибка абсолютной аппроксимации (A)	11,24 %	9,22 %	11,62 %

Множественные коэффициенты корреляции: $R_1 = 0,976$, $R_2 = 0,963$, $R_3 = 0,953$ – показывают прямую корреляционную зависимость и подтверждают, что значимые факторы оказывают влияние на пожарные риски во Вьетнаме. Данные коэффициенты множественной корреляции по шкале Чеддока [32] констатируют высокую взаимосвязь. Таким образом, выбранные значимые факторы сильно влияют на статистические показатели последствий от пожаров во Вьетнаме и подтверждают правильность включения их в математические модели.

Для проверки адекватности множественной модели нам необходимо обратить внимание на нормированный коэффициент детерминации. Этот параметр составляет: $R_{adj1}^2 = 0,949$, $R_{adj2}^2 = 0,922$, $R_{adj3}^2 = 0,902$; соответственно 94,9%, 92,2% и 90,2% изменений пожарных рисков (R_z, R_m, R_y) объясняется изменением влияющих факторов, что является высоким результатом [17, 20, 34, 46]. На рисунках 3.2–3.4 представлены графики фактических и предсказанных значений пожарных рисков в АТЕ Вьетнама.

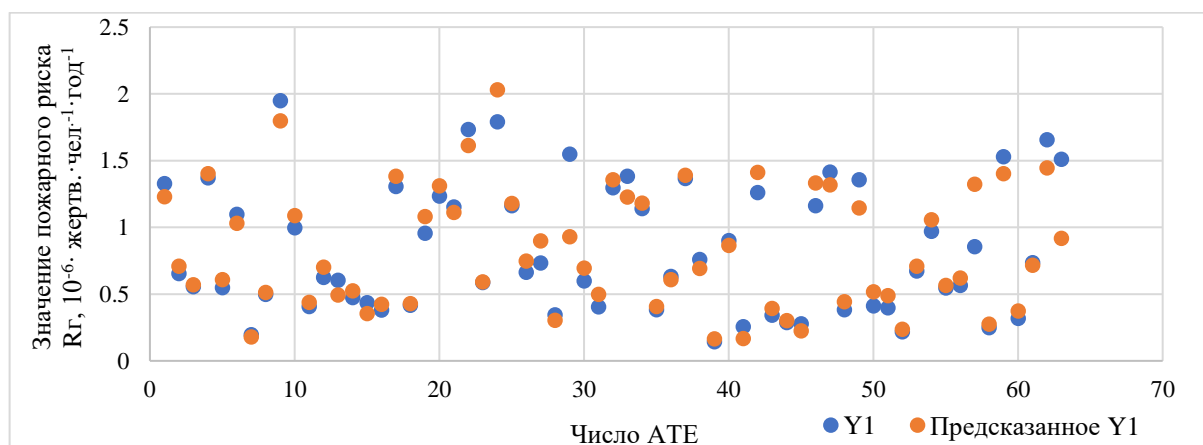


Рисунок 3.2 – Фактические и предсказанные значения пожарного риска R_z по модели \hat{y}_1

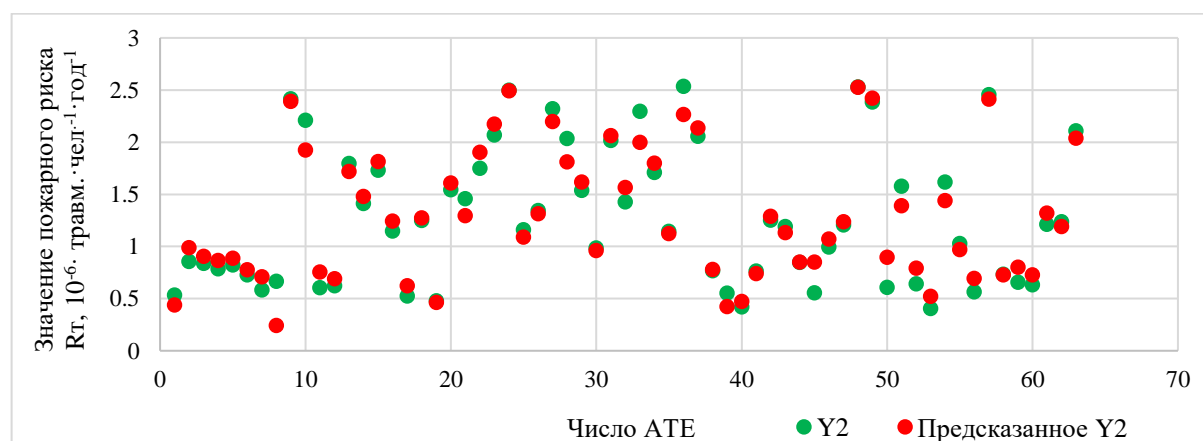


Рисунок 3.3 – Фактические и предсказанные значения пожарного риска R_m по модели \hat{y}_2

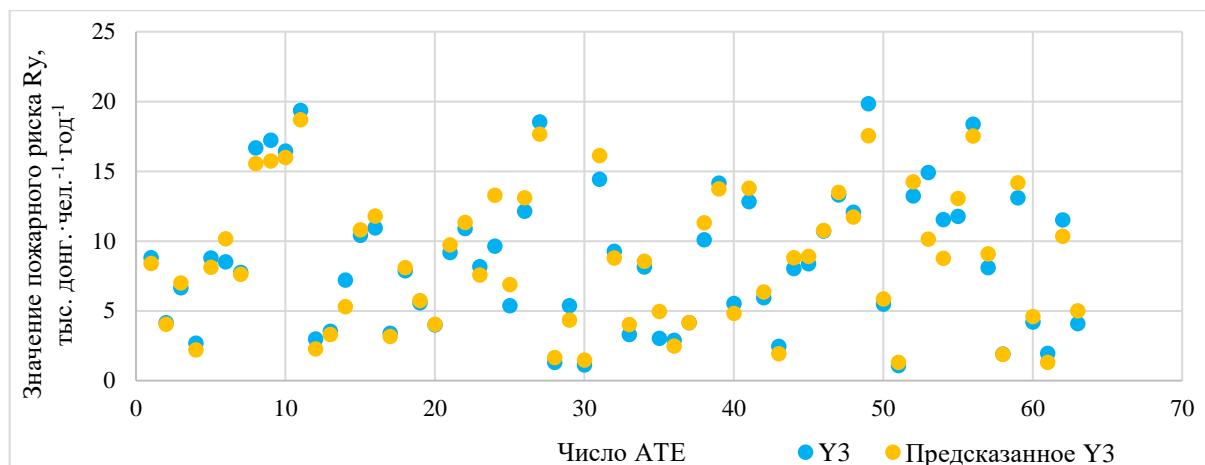


Рисунок 3.4 – Фактические и предсказанные значения пожарного риска R_y по модели \hat{y}_3

Чтобы оценить уровень значимости всей модели, мы используем коэффициент значимости P -значения (p -value) для F -статистики. Для этих трех моделей коэффициент равен примерно 0 (менее 0,05), поэтому можно утверждать, что модели множественной регрессии статистически значимы.

Для оценки качества модели множественной регрессии используем параметр ошибки абсолютной аппроксимации (A). Видно, что значение A для всех моделей не превышает 10–12%, следовательно, модели множественной регрессии считаются удовлетворительными [17, 20, 34, 46].

Качество модели регрессии также характеризует гипотезу о нормальном распределении остатков. На рисунках 3.5–3.7 представлены графики визуальной оценки нормальности распределения остатков всех моделей [90].

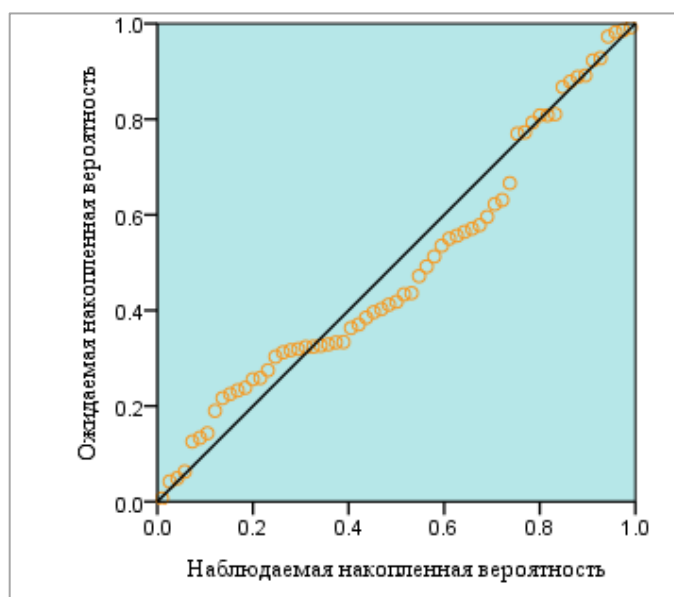


Рисунок 3.5 – График стандартизованных остатков регрессии модели \hat{y}_1

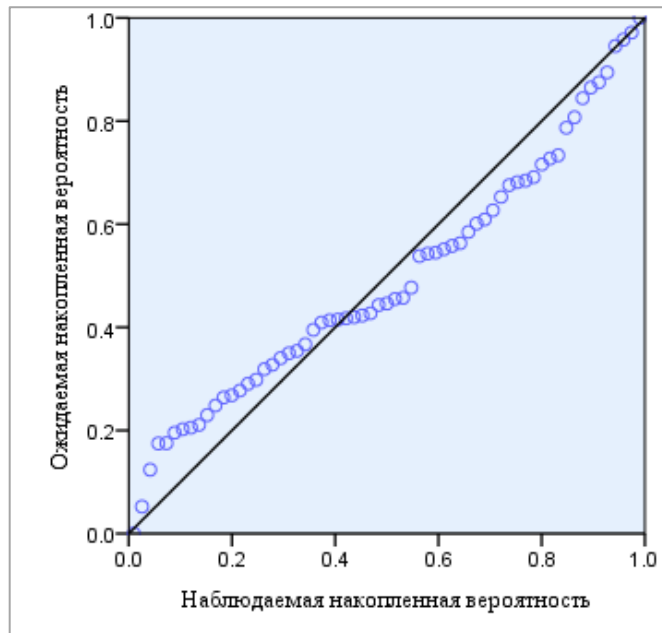


Рисунок 3.6 – График стандартизированных остатков регрессии модели \hat{y}_2

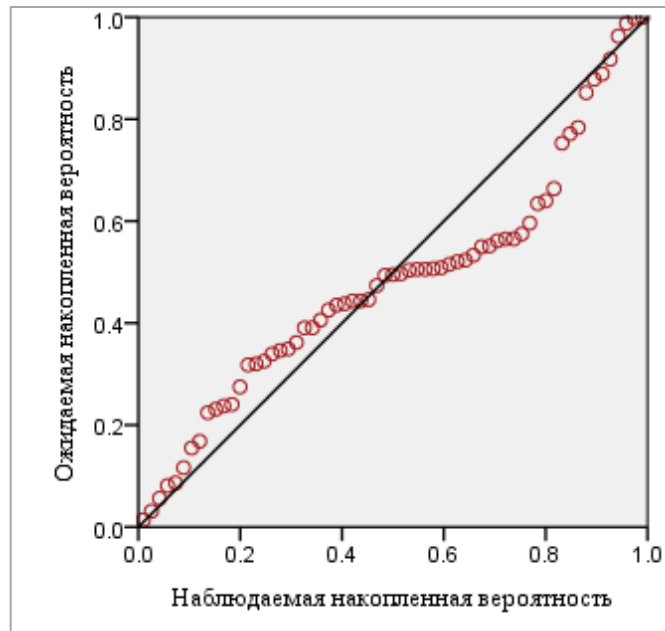


Рисунок 3.7 – График стандартизированных остатков регрессии модели \hat{y}_3

Из графиков, представленных на рисунках 3.5–3.7, видно, что точки расположены близко к прямой, значит, можно предположить, что остатки распределены по нормальному закону. Из чего следует, что все три модели адекватны.

Данный результат позволяет сделать заключение о достаточно высоком качестве и степени достоверности построенных регрессионных моделей. Все три

полученные модели являются статистически значимыми и их можно использовать для прогнозирования.

3.4. Разработка управленческих решений по снижению уровней пожарной опасности на основе прогнозных факторов

Применяя полученные модели, необходимо найти доверительный интервал прогноза для зависимых переменных при изменении значений влияющих факторов. Это позволяет нам найти оптимальные управленческие решения для снижения пожарных рисков (уровня пожарной опасности).

Нахождение прогнозного среднего значения пожарных рисков y_{0i} для набора прогнозных значений объясняющих переменных:

$$X_{n1} = \{\bar{x}_4, \bar{x}_7, \bar{x}_9, \bar{x}_{10}\}. \quad (3.21)$$

$$X_{n2} = \{\bar{x}_4, \bar{x}_9, \bar{x}_{10}, \bar{x}_{12}, \bar{x}_{20}\}. \quad (3.22)$$

$$X_{n3} = \{\bar{x}_3, \bar{x}_{12}, \bar{x}_{17}, \bar{x}_{19}\}. \quad (3.23)$$

где \bar{x}_j – среднее значение переменного (фактора) x_j в 63 АТЕ.

Матрица прогнозных значений объясняющих переменных:

$$X_{01} = \begin{pmatrix} 1 \\ \bar{x}_4 \\ \bar{x}_7 \\ \bar{x}_9 \\ \bar{x}_{10} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 262,2 \\ 45,4 \\ 142,3 \\ 182,0 \end{pmatrix}; \quad X_{02} = \begin{pmatrix} 1 \\ \bar{x}_4 \\ \bar{x}_9 \\ \bar{x}_{10} \\ \bar{x}_{12} \\ \bar{x}_{20} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 262,2 \\ 142,3 \\ 182,0 \\ 54,9 \\ 3,6 \end{pmatrix}; \quad X_{03} = \begin{pmatrix} 1 \\ \bar{x}_3 \\ \bar{x}_{12} \\ \bar{x}_{17} \\ \bar{x}_{19} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 305,8 \\ 54,9 \\ 8,5 \\ 1,7 \end{pmatrix}.$$

Доверительный интервал для индивидуальных значений y_n множественной линейной регрессии вычисляем по формулам [20]:

$$y_{ниж.} = y_0 - t_{кр} S_{y_0} \leq y_n \leq y_0 + t_{кр} S_{y_0} = y_{верх.} \quad (3.24)$$

В том числе:

$$S_{y_0} = S_e \sqrt{1 + X_0^T (X^T X)^{-1} X_0}, \quad (3.25)$$

где $y_0 = \hat{y}(X_n)$ – прогнозируемое значение объясняемой переменной; S_e – стандартная ошибка; $t_{кр}$ – теоретическое значение по таблице квантили t -распределения Стьюдента для уровня значимости $\alpha = 0,05$, в зависимости от числа степеней свободы $k = n - p - 1$.

Тогда прогнозируемое значение для индивидуальных значений (y_n) модели регрессии можно записать следующим образом:

$$y_n = y_0 \pm \delta. \quad (3.26)$$

в том числе δ – доверительное значение прогноза вычисляем по формулам:

$$\delta = \frac{y_{верх.} - y_{ниж.}}{2}. \quad (3.27)$$

Проводим расчет доверительного интервала для индивидуальных значений y_{1n} для модели \hat{y}_1 :

$$X_{01}^T = (1 \quad \bar{x}_4 \quad \bar{x}_7 \quad \bar{x}_9 \quad \bar{x}_{10}) = (1 \quad 262,2 \quad 45,4 \quad 142,3 \quad 182,0);$$

$$X_1 = \begin{pmatrix} 1 & 221,3 & 30,5 & 31,3 & 179,3 \\ 1 & 147,5 & 51,5 & 38,3 & 148,3 \\ 1 & 175,3 & 43,3 & 105,3 & 19,5 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 112,0 & 18,0 & 9,3 & 57,5 \\ 1 & 387,5 & 73,3 & 165,3 & 38,8 \\ 1 & 318,3 & 35,5 & 85,0 & 18,5 \end{pmatrix}; X_1^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 & 1 \\ 221,3 & 147,5 & 175,3 & \dots & 112,0 & 387,5 & 318,3 \\ 30,5 & 51,5 & 43,3 & \dots & 18,0 & 73,3 & 35,5 \\ 31,3 & 38,3 & 105,3 & \dots & 9,3 & 165,3 & 85,0 \\ 179,3 & 148,3 & 19,5 & \dots & 57,5 & 38,8 & 18,5 \end{pmatrix};$$

$$y_{01} = \hat{y}_1(x_{01}) = 0,0917 + 0,006\bar{x}_4 - 0,0011\bar{x}_7 - 0,0054\bar{x}_9 - 0,0001\bar{x}_{10} = 0,826;$$

$$X_1^T X_1 = \begin{pmatrix} 63,0 & 16523,8 & 2862,3 & 8966,5 & 11465,0 \\ 16523,8 & 8977446,6 & 946825,2 & 6568120,4 & 2169697,5 \\ 2862,3 & 946825,2 & 158937,2 & 562229,3 & 463909,4 \\ 8966,5 & 6568120,4 & 562229,3 & 5398332,4 & 1134742,1 \\ 11465,0 & 2169697,5 & 463909,4 & 1134742,1 & 5110697,1 \end{pmatrix};$$

$$(X_1^T X_1)^{-1} = \begin{pmatrix} 0,1381 & -0,0003 & -0,0014 & 0,0003 & -0,0001 \\ -0,0003 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 \\ -0,0014 & 0,0000 & 0,0001 & 0,0000 & 0,0000 \\ 0,0003 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 \\ -0,0001 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 \end{pmatrix};$$

$$X_{01}^T (X_1^T X_1)^{-1} X_{01} = (1 \quad 262,2 \quad 45,4 \quad 142,3 \quad 182,0).$$

$$\begin{pmatrix} 0,1381 & -0,0003 & -0,0014 & 0,0003 & -0,0001 \\ -0,0003 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 \\ -0,0014 & 0,0000 & 0,0001 & 0,0000 & 0,0000 \\ 0,0003 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 \\ -0,0001 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 262,2 \\ 45,4 \\ 142,3 \\ 182,0 \end{pmatrix} = 0,016.$$

$$S_{y_{01}} = S_{e1} \sqrt{1 + X_{01}^T (X_1^T X_1)^{-1} X_{01}} = 0,108 \cdot \sqrt{1 + 0,016} = 0,109.$$

Для модели \widehat{y}_1 теоретическое значение по таблице квантили t -распределения Стьюдента для уровня значимости $\alpha = 0,05$, в зависимости от числа степеней свободы $k = 63 - 4 - 1 = 58$: $t_{кр} = t_{0,05;58} = 2,002$.

Подставив расчетные данные в формулу 3.16, получится:

$$y_{1ниж.} = y_{01} - t_{кр1} S_{y_{01}} = 0,826 - 2,002 \cdot 0,109 = 0,608,$$

$$y_{1верх.} = y_{01} + t_{кр1} S_{y_{01}} = 0,826 + 2,002 \cdot 0,109 = 1,044.$$

$$\text{Следовательно: } \delta_1 = \frac{y_{1верх.} - y_{1ниж.}}{2} = \frac{1,044 - 0,608}{2} = 0,218.$$

Тогда для модели \widehat{y}_1 среднее индивидуальное значение прогноза $y_{01} = 0,826$, нижнее значение доверительного интервала прогноза $y_{1ниж.} = 0,608$ и верхнее значение доверительного интервала прогноза $y_{1верх.} = 1,044$. Следовательно, значение прогноза составляет $y_{1п} = y_{01} \pm \delta_1 = 0,826 \pm 0,218$ с заданным уровнем значимости $\alpha = 0,05$.

Проведены аналогичные расчеты определения значения доверительного прогноза для всех моделей множественной регрессии, результаты представлены в таблицах 3.9–3.10.

Таблица 3.9 – Основные параметры, определяющие прогнозные значения и доверительный интервал моделей

Показатели \ Модели	\hat{y}_1	\hat{y}_2	\hat{y}_3
$X_0^T (X^T X)^{-1} X_0$	0,016	0,016	0,016
S_e	0,108	0,183	1,574
S_{y_0}	0,109	0,185	1,586
y_0	0,826	1,284	8,654
$t_{кр}$	2,002	2,002	2,002
$y_{ниж.}$	0,608	0,914	5,479
$y_{верх.}$	1,044	1,653	11,830
δ	0,218	0,369	3,176

Таблица 3.10 – Прогнозные значения и результат определения доверительного интервала индивидуальных значений моделей

\hat{y}_1	X_{n1}				y_{01}	$y_{1n} = y_{01} \pm \delta_1$	
	\bar{x}_4	\bar{x}_7	\bar{x}_9	\bar{x}_{10}			
	262,2	45,4	142,3	182,0			0,826
\hat{y}_2	X_{n2}					y_{02}	$y_{2n} = y_{02} \pm \delta_2$
	\bar{x}_4	\bar{x}_9	\bar{x}_{10}	\bar{x}_{12}	\bar{x}_{20}		
	262,2	142,3	182,0	54,9	3,6		
\hat{y}_3	X_{n3}				y_{03}	$y_{3n} = y_{03} \pm \delta_3$	
	\bar{x}_3	\bar{x}_{12}	\bar{x}_{17}	\bar{x}_{19}			
	305,8	54,9	8,5	1,7			8,654

Для моделей \hat{y}_2 и \hat{y}_3 среднее индивидуальное значение прогноза $y_{02} = 1,284$, $y_{03} = 8,654$, нижние значения доверительного интервала прогноза $y_{2ниж.} = 0,914$, $y_{3ниж.} = 5,479$ и верхние значения доверительного интервала прогноза $y_{2верх.} = 1,653$, $y_{3верх.} = 11,830$. Следовательно, величины доверительного значения прогноза составляют $y_{2n} = 1,284 \pm 0,369$ и $y_{3n} = 8,654 \pm 3,176$ с заданным уровнем значимости $\alpha = 0,05$.

Применим модели для разработки решений (вариантов) минимизирую их пожарные риски ($\hat{y}_i \rightarrow \min$). Для этого необходимо предоставить варианты процентного изменения факторов (независимые переменные) в моделях. При этом доверительные интервалы прогноза должны соответствовать следующим условиям [90]:

– для определения оптимального прогнозного значения и оценки доверительных границ необходимо рассмотреть прогнозы (заданные значения независимых переменных x_j в процентах) для каждого фактора в модели. С целью минимизации значения пожарного риска (зависимой переменной \hat{y}_i), для x_j с положительными коэффициентами β (положительное влияние на \hat{y}_i) в регрессионной модели нужно уменьшить. И, наоборот, для x_j с отрицательными коэффициентами (отрицательное влияние на \hat{y}_i) нужно увеличить [20, 34];

– поскольку переменные x_j коррелируют друг с другом, поэтому в модели множественной регрессии при изменении величины одной независимой переменной нужно изменять другие переменные пропорционально коэффициенту корреляции между зависимыми и независимыми переменными.

Например, абсолютное значение коэффициента корреляции между независимыми переменными и зависимыми переменными в модели \hat{y}_1 (см. таблицу 3.4): $|r_{y_1x_4}| = 0,585$; $|r_{y_1x_7}| = 0,478$; $|r_{y_1x_9}| = 0,355$; $|r_{y_1x_{10}}| = 0,374$. Видно, что x_9 – это фактор с наименьшим коэффициентом корреляции. Относительные коэффициенты корреляций между остальными факторами и x_9 составляют:

$$\eta_{x_{10}x_9} = \frac{|r_{y_1x_{10}}|}{|r_{y_1x_9}|} = \frac{0,374}{0,355} = 1,054; \quad \eta_{x_7x_9} = \frac{|r_{y_1x_7}|}{|r_{y_1x_9}|} = \frac{0,478}{0,355} = 1,346; \quad \eta_{x_4x_9} = \frac{|r_{y_1x_4}|}{|r_{y_1x_9}|} = \frac{0,585}{0,355} = 1,648.$$

Следовательно, с целью минимизации риска гибели людей при пожарах R_2 (\hat{y}_1), если предлагается увеличить x_9 на 1 %, то x_{10} увеличится на 1,054%, x_7 увеличится на 1,346% (с отрицательными коэффициентами β_i) и x_4 уменьшится на 1,648% (с положительными коэффициентами β_i);

– сниженное значение прогнозируемого пожарного риска $\Delta y_{ni} = y_{ni} - y_{0i}$ должно находиться в пределах доверительного интервала модели, т.е. $\Delta y_{in} \leq \delta_i$ ($\Delta y_{1n} \leq \delta_1 = 0,218$, $\Delta y_{2n} \leq \delta_2 = 0,369$, $\Delta y_{3n} \leq \delta_3 = 3,176$).

Исходя из приведенных выше условий, результат прогноза для индивидуальных значений (y_{1n}) для модели \hat{y}_1 и их доверительные интервалы при изменении количества влияющих факторов представлен в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Результат прогноза для индивидуальных значений y_{1n} и их доверительные интервалы при процентном изменении влияющих факторов

Вариант №	x_9	x_{10}	x_7	x_4	y_{1n}	Δy_{1n}	$\downarrow R_2$ (%)	Условие принято? $\Delta y_{1n} \leq \delta_1$ (+/-)
1	+1,00%	+1,05%	+1,35%	-1,65%	0,792	0,034	4,14%	+
2	+2,00%	+2,11%	+2,69%	-3,29%	0,758	0,068	8,29%	+
3	+3,00%	+3,16%	+4,04%	-4,94%	0,724	0,103	12,43%	+
4	+4,00%	+4,21%	+5,38%	-6,58%	0,689	0,137	16,58%	+
5	+5,00%	+5,27%	+6,73%	-8,23%	0,655	0,171	20,72%	+
6	+6,00%	+6,32%	+8,08%	-9,87%	0,621	0,205	24,82%	+
7	+7,00%	+7,37%	+9,42%	-11,52%	0,587	0,240	29,01%	-
8	+8,00%	+8,43%	+10,77%	-13,16%	0,552	0,274	33,16%	-

Из таблицы 3.11 видно, что:

– при увеличении величины x_9 на 6%, x_{10} на 6,32%, x_7 на 8,08% и уменьшении x_4 на 9,87% соответственно сниженное значение прогнозируемого пожарного риска принимается условие $\Delta y_{1n} \leq \delta_1$, т.к. $\Delta y_{1n} = 0,205 < \delta_1 = 0,218$.

– при увеличении величины x_9 на 7%, x_{10} на 7,37%, x_7 на 9,42% и уменьшении x_4 на 11,52% соответственно сниженное значение прогнозируемого пожарного риска не принимается условие $\Delta y_{1n} \leq \delta_1$, т.к. $\Delta y_{1n} = 0,240 > \delta_1 = 0,218$.

Следовательно, оптимальное решение для минимизации значения риска гибели людей при пожаре (R_e) составляет: увеличение количества учебных занятий

по навыкам ПБ (x_9) на 6,0%; количество устных пропагандистских сессий по ПБ (x_{10}) на 7,37%; количество учений по плану пожаротушения (x_7) на 9,42% и уменьшение количества нарушений ППБ в деятельности эксплуатации (x_4) на 11,52%, соответственно, значение прогноза пожарного риска $R_z = y_{1n} = 0,621$ (*жертв. · чел.⁻¹ · год⁻¹ · 10⁻⁶*).

Применение данного решения позволило снизить величину пожарного риска гибели людей при пожаре: $\Delta y_{1n} = \Delta R_z = y_{01} - y_{1n} = 0,826 - 0,621 = 0,205$ (*жертв. · чел.⁻¹ · год⁻¹ · 10⁻⁶*), а соответственно значение этого риска снизится на 24,82 %.

Проведены аналогичные расчеты прогноза для индивидуальных значений (y_{2n}) для модели \hat{y}_2 и их доверительные интервалы при изменении количества влияющих факторов, результаты представлены в таблице 3.12.

Результат прогноза для моделей \hat{y}_2 показывает, что оптимальное решение для минимизации значения риска травматизма людей при пожаре (R_m) составляет: увеличение количества пожарных автомобилей (x_{12}) на 11,00%, количество учебных занятий по навыкам ПБ (x_9) на 11,96%, количество устных пропагандистских сессий по ПБ (x_{10}) на 12,88% и уменьшение количества нарушений ППБ в деятельности эксплуатации (x_4) на 12,92%, среднего времени сообщения о пожаре (x_{20}) на 17,70%, соответственно значение прогноза пожарного риска $R_m = y_{2n} = 0,917$ (*травм. · чел.⁻¹ · год⁻¹ · 10⁻⁶*). Применение данного решения позволило снизить величину пожарного риска травматизма людей при пожаре: $\Delta y_{2n} = \Delta R_m = y_{02} - y_{2n} = 1,284 - 0,917 = 0,367$ (*травм. · чел.⁻¹ · год⁻¹ · 10⁻⁶*), а соответственно значение этого риска снизится на 28,58%.

Таблица 3.12 – Результат прогноза для индивидуальных значений y_{2n} и их доверительные интервалы при процентном изменении влияющих факторов

Вариант №	x_{12}	x_9	x_{10}	x_4	x_{20}	y_{2n}	Δy_{2n}	$\downarrow R_m(\%)$	Условие принято? $\Delta y_{2n} \leq \delta_2$ (+/-)
1	+1,00%	+1,09%	+1,17%	-1,17%	-1,61%	1,250	0,033	2,59	+
2	+2,00%	+2,17%	+2,34%	-2,35%	-3,22%	1,217	0,067	5,19	+
3	+3,00%	+3,26%	+3,51%	-3,52%	-4,83%	1,184	0,100	7,78	+
4	+4,00%	+4,35%	+4,69%	-4,70%	-6,44%	1,150	0,133	10,37	+
5	+5,00%	+5,44%	+5,86%	-5,87%	-8,05%	1,117	0,166	12,97	+
6	+6,00%	+6,52%	+7,03%	-7,05%	-9,66%	1,084	0,200	15,56	+
7	+7,00%	+7,61%	+8,20%	-8,22%	-11,27%	1,051	0,233	18,15	+
8	+8,00%	+8,70%	+9,37%	-9,40%	-12,88%	1,017	0,266	20,75	+
9	+9,00%	+9,78%	+10,54%	-10,57%	-14,49%	0,984	0,300	23,34	+
10	+10,00%	+10,87%	+11,71%	-11,75%	-16,09%	0,951	0,333	25,93	+
11	+11,00%	+11,96%	+12,88%	-12,92%	-17,70%	0,917	0,367	28,58	+
12	+12,00%	+13,05%	+14,06%	-14,09%	-19,31%	0,884	0,399	31,12	-
13	+13,00%	+14,13%	+15,23%	-15,27%	-20,92%	0,851	0,433	33,71	-

Результаты расчетов прогноза для индивидуальных значений (y_{3n}) для модели \hat{y}_3 и их доверительные интервалы при изменении количества влияющих факторов представлены в таблице 3.13.

Результат прогноза для моделей \hat{y}_3 показывает, что оптимальное решение для минимизации значения риска материального ущерба от пожаров (R_y) составляет: увеличение количества пожарных автомобилей (x_{12}) на 12,00% и уменьшение количества нарушений ППБ в строительстве (x_3) на 13,68%, среднего времени тушения пожаров (x_{19}) на 14,94%, среднего времени прибытия подразделений пожарной охраны к месту вызова (x_{17}) на 22,83%, соответственно значение прогноза пожарного риска $R_y = y_{3n} = 5,711$ (тыс.долг.·чел.⁻¹·год⁻¹). Применение данного решения позволило снизить величину пожарного риска материального ущерба: $\Delta y_{3n} = \Delta R_y = y_{03} - y_{3n} = 8,654 - 5,711 = 2,943$ (тыс.долг.·чел.⁻¹·год⁻¹), а соответственно значение этого риска снизится на 34,01%.

Таблица 3.13 – Результат прогноза для индивидуального значения y_{3n} и его доверительный интервал при процентном изменении влияющих факторов

Вариант №	x_{12}	x_3	x_{19}	x_{17}	y_{3n}	Δy_{3n}	$\downarrow R_y(\%)$	Условие принято? $\Delta y_{3n} \leq \delta_3$ (+/-)
1	+1,00%	-1,14%	-1,25%	-1,90%	8,409	0,245	2,83	+
2	+2,00%	-2,28%	-2,49%	-3,80%	8,164	0,491	5,67	+
3	+3,00%	-3,42%	-3,74%	-5,71%	7,918	0,736	8,50	+
4	+4,00%	-4,56%	-4,98%	-7,61%	7,673	0,981	11,34	+
5	+5,00%	-5,70%	-6,23%	-9,51%	7,428	1,227	14,17	+
6	+6,00%	-6,84%	-7,47%	-11,41%	7,182	1,472	17,01	+
7	+7,00%	-7,98%	-8,72%	-13,32%	6,937	1,717	19,84	+
8	+8,00%	-9,12%	-9,96%	-15,22%	6,692	1,962	22,68	+
9	+9,00%	-10,26%	-11,21%	-17,12%	6,447	2,208	25,51	+
10	+10,00%	-11,40%	-12,45%	-19,02%	6,201	2,453	28,34	+
11	+11,00%	-12,54%	-13,70%	-20,92%	5,956	2,698	31,18	+
12	+12,00%	-13,68%	-14,94%	-22,83%	5,711	2,943	34,01	+
13	+13,00%	-14,82%	-16,19%	-24,73%	5,465	3,189	36,85	-
14	+14,00%	-15,96%	-17,43%	-26,63%	5,220	3,434	39,68	-

Видно, что в моделях \hat{y}_1 , \hat{y}_2 имеют одни и те же независимые переменные: x_4 , x_9 , x_{10} , и в моделях \hat{y}_2 , \hat{y}_3 имеют одну и ту же переменную x_{12} . Поэтому для нахождения оптимального решения по снижению пожарных рисков (R_c , R_m , R_y) и снижению уровней пожарной опасности, подходящего для всех доверительных интервалов моделей, принимаем наименьшее значение изменения каждой переменной в трех приведенных моделях ($\hat{y}_1, \hat{y}_2, \hat{y}_3$).

Таким образом, оптимальное управленческое решение по снижению пожарных рисков позволяет снизить уровень пожарной опасности в АТЕ Вьетнама, что представлено в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Оптимальные решения для снижения пожарных рисков в АТЕ Вьетнама

Моде- ли	Началь- ное прогноз- ное значени е	Процентное изменение переменных					Прогно- зное значени е после измене- ния	Значе- ние умень- шения	Процент- ное снижение пожар- ного риска
		x_9	x_{10}	x_7	x_4				
\widehat{Y}_1 (R_z)	y_{01} 0,826	x_9 +6 %	x_{10} +6,32 %	x_7 +8,08 %	x_4 -9,87 %	y_{1n} 0,621	Δy_{1n} 0,205	% $R_z \downarrow$ 24,82 %	
\widehat{Y}_2 (R_m)	y_{02} 1,284	x_{12} +11%	x_9 +6 %	x_{10} +6,32 %	x_4 -9,87 %	x_{20} -17,70 %	y_{2n} 0,958	Δy_{2n} 0,326	% $R_m \downarrow$ 25,39 %
\widehat{Y}_3 (R_y)	y_{03} 8,654	x_{12} +11%	x_3 -13,68 %	x_{19} -14,94 %	x_{17} -22,83 %	y_{3n} 5,711	Δy_{3n} 2,943	% $R_y \downarrow$ 34,01 %	

Полученное оптимальное решение минимизации пожарных рисков составляет: увеличение $x_7 = 8,08\%$, $x_9 = 6,00\%$, $x_{10} = 6,32\%$, $x_{12} = 11,00\%$, и снижение $x_3 = 13,68\%$, $x_4 = 9,87\%$, $x_{17} = 22,83\%$, $x_{19} = 14,94\%$, $x_{20} = 17,70\%$, где сокращение значения пожарного риска гибели людей при пожаре (R_z) составляет 24,82%, пожарного риска травматизма людей в результате пожара (R_m) – 25,39% и пожарного риска материального ущерба от пожара (R_y) – 34,01%.

3.5. Эффективность применения управленческого решения для снижения уровней пожарной опасности

Применяется оптимальное решение минимизации пожарных рисков в АТЕ с особо высоким уровнем пожарной опасности Биньзыонг ($R_{cэ} = 0,958$) и проводится перерасчет ИСЭППР. Факторы, влияющие на пожарные риски в провинции Биньзыонг до и после применения решения представлены в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Показатели переменных (факторов) в провинции Биньзыонг до и после применения решения

Факторы	x_3	x_4	x_7	x_9	x_{10}	x_{12}	x_{17}	x_{19}	x_{20}
До	827	930,3	70	647	118,5	166,3	13,4	2,9	7,2
После	713,9	838,5	75,7	685,8	126,0	184,6	10,3	2,5	5,9

Перерасчет ИСЭППР в провинции Биньзыонг после применения решения проводим по схеме, представленной на рисунке 2.4.

Пожарный риск гибели людей в провинции Биньзыонг ($R_{z(БЗ)}$) после применения решения определяется по модели \hat{y}_1 :

$$R_{z(БЗ)} = 0,0917 + 0,006 \cdot 838,5 - 0,0011 \cdot 75,7 - 0,0054 \cdot 685,8 - 0,0001 \cdot 126 = 1,323(\text{жертв.} \cdot 10^{-6} \cdot \text{чел.}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}).$$

Пожарный риск травматизма людей в провинции Биньзыонг ($R_{m(БЗ)}$) после применения решения определяется по модели \hat{y}_2 :

$$R_{m(БЗ)} = 0,4138 + 0,0001 \cdot 838,5 - 0,0011 \cdot 685,8 - 0,0029 \cdot 126,0 - 0,0004 \cdot 184,6 + 0,4275 \cdot 5,9 = 1,826(\text{травм.} \cdot 10^{-6} \cdot \text{чел.}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}).$$

Пожарный риск материального ущерба в провинции Биньзыонг ($R_{y(БЗ)}$) после применения решения определяется по модели \hat{y}_3 :

$$R_{y(БЗ)} = -4,5934 + 0,0034 \cdot 713,9 - 0,0084 \cdot 184,6 + 1,2673 \cdot 10,3 + 1,1091 \cdot 2,5 = 12,109(\text{тыс. донг.} \cdot \text{чел.}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}).$$

Полученные данные использовали при повторной оценке УПО АТЕ Вьетнама. Полученные результаты расчетов представлены в виде таблицы 3.16.

Таблица 3.16 – Результат повторной оценке УПО АТЕ Вьетнама на основе ИСЭППР

№	Провинции	R_z	R_m	R_y	R_z^*	R_m^*	R_y^*	$R_{cэ}$
		$\frac{\text{жертв.}}{10^6 \text{ чел.} \cdot \text{год}}$	$\frac{\text{травм.}}{10^6 \text{ чел.} \cdot \text{год}}$	$\frac{\text{тыс.донг.}}{\text{чел.} \cdot \text{год}}$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Анзянг	1,327	0,533	8,827	0,719	0,059	0,413	0,449
2	Бариаунгтау	0,652	0,858	4,169	0,310	0,212	0,165	0,253
3	Бакзянг	0,554	0,838	6,669	0,250	0,202	0,298	0,243
4	Баккан	1,370	0,786	2,684	0,746	0,178	0,086	0,446
5	Бакльеу	0,548	0,825	8,798	0,247	0,196	0,411	0,258
6	Бакнинь	1,097	0,728	8,521	0,580	0,150	0,397	0,407
7	Бенче	0,195	0,582	7,756	0,032	0,082	0,356	0,104
8	Бингдинь	0,497	0,667	16,695	0,216	0,122	0,832	0,290
9	Биньзыонг	1,323	1,826	12,109	0,717	0,666	0,588	0,678
10	Биньфыюк	0,995	2,211	16,46099	0,518	0,847	0,820	0,678
11	Биньтхуан	0,405	0,606	19,375	0,160	0,093	0,975	0,276
12	Камау	0,623	0,622	2,984	0,292	0,101	0,102	0,197
13	Кантхо	0,603	1,795	3,549	0,280	0,652	0,132	0,378
14	Каобанг	0,472	1,412	7,218	0,201	0,472	0,327	0,312

Окончание таблицы 3.16

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	Дананг	0,435	1,731	10,431	0,178	0,622	0,498	0,379
16	Дакнонг	0,379	1,148	10,963	0,144	0,348	0,527	0,276
17	Даклак	1,304	0,525	3,412	0,706	0,055	0,124	0,392
18	Дьенбьен	0,414	1,249	7,881	0,166	0,395	0,363	0,275
19	Донгнай	0,956	0,480	5,590	0,494	0,034	0,240	0,299
20	Донгтхап	1,233	1,544	4,007	0,662	0,534	0,156	0,534
21	Залай	1,152	1,459	9,176	0,613	0,494	0,431	0,543
22	Хазянг	1,733	1,751	10,904	0,966	0,631	0,524	0,780
23	Ханам	0,586	2,070	8,187	0,270	0,781	0,379	0,457
24	Ханой	1,789	2,499	9,653	1,000	0,982	0,457	0,902
25	Хатинь	1,161	1,161	5,382	0,619	0,354	0,229	0,465
26	Хайзыонг	0,664	1,344	12,155	0,317	0,440	0,590	0,404
27	Хайфонг	0,732	2,321	18,541	0,359	0,899	0,931	0,634
28	Хаузянг	0,343	2,036	1,309	0,123	0,765	0,012	0,316
29	Хоабинь	1,548	1,539	5,375	0,854	0,532	0,229	0,641
30	Хынгием	0,596	0,987	1,132	0,276	0,272	0,003	0,229
31	Кханьхоа	0,404	2,018	14,430	0,160	0,757	0,712	0,450
32	Кйензянг	1,294	1,429	9,283	0,700	0,480	0,437	0,583
33	Контум	1,383	2,298	3,321	0,753	0,888	0,119	0,690
34	Лайчау	1,140	1,710	8,160	0,606	0,612	0,377	0,569
35	Ламдонг	0,383	1,145	3,047	0,146	0,347	0,105	0,205
36	Лангсон	0,631	2,536	2,896	0,297	1,000	0,097	0,495
37	Лаокай	1,365	2,057	4,166	0,743	0,775	0,165	0,655
38	Лонган	0,759	0,767	10,111	0,375	0,169	0,481	0,325
39	Намдинь	0,141	0,553	14,171	0,000	0,068	0,698	0,141
40	Нгеан	0,899	0,420	5,529	0,460	0,006	0,237	0,272
41	Ниньбинь	0,255	0,764	12,845	0,069	0,167	0,627	0,196
42	Ниньтхуан	1,259	1,253	5,950	0,678	0,397	0,260	0,514
43	Футхо	0,341	1,191	2,473	0,121	0,368	0,074	0,195
44	Фуиен	0,286	0,847	8,042	0,088	0,207	0,371	0,175
45	Куангбинь	0,276	0,557	8,389	0,082	0,070	0,390	0,130
46	Куангнам	1,162	0,995	10,726	0,620	0,276	0,514	0,488
47	Куангнгай	1,414	1,206	13,317	0,772	0,375	0,652	0,621
48	Куангнинь	0,381	2,530	12,078	0,145	0,997	0,586	0,501
49	Куангчи	1,354	2,386	19,844	0,736	0,929	1,000	0,845
50	Сокчанг	0,410	0,608	5,490	0,163	0,094	0,235	0,153
51	Сонла	0,397	1,578	1,079	0,155	0,550	0,000	0,259
52	Тайнинь	0,216	0,643	13,236	0,045	0,111	0,648	0,169
53	Тхайбинь	0,673	0,407	14,931	0,323	0,000	0,738	0,287
54	Тхайнгуен	0,968	1,617	11,554	0,502	0,568	0,558	0,533
55	Тханьхоа	0,546	1,029	11,782	0,246	0,292	0,570	0,316
56	Тьензянг	0,565	0,566	18,397	0,257	0,074	0,923	0,310
57	Хошимин	0,855	2,455	8,110	0,433	0,962	0,375	0,598
58	Чавинь	0,247	0,733	1,918	0,064	0,153	0,045	0,090
59	Тхыатхьенхуэ	1,528	0,656	13,112	0,841	0,117	0,641	0,568
60	Туйенкуанг	0,318	0,632	4,200	0,107	0,105	0,166	0,117
61	Виньлонг	0,734	1,212	1,963	0,359	0,378	0,047	0,312
62	Виньфук	1,656	1,238	11,522	0,919	0,390	0,557	0,683
63	Иенбай	1,509	2,108	4,106	0,830	0,799	0,161	0,706
	Максимальное	1,789	2,536	19,844	1,000	1,000	1,000	0,902
	Минимальное	0,141	0,407	1,079	0,000	0,000	0,000	0,090

Стандартизация пожарных рисков определяется как:

$$R_{z(B3)}^* = \frac{R_{z(B3)} - R_{z\min}}{R_{z\max} - R_{z\min}} = \frac{1,323 - 0,141}{1,789 - 0,141} = 0,717;$$

$$R_{m(B3)}^* = \frac{R_{m(B3)} - R_{m\min}}{R_{m\max} - R_{m\min}} = \frac{1,826 - 0,407}{2,536 - 0,407} = 0,666;$$

$$R_{y(B3)}^* = \frac{R_{y(B3)} - R_{y\min}}{R_{y\max} - R_{y\min}} = \frac{12,109 - 1,079}{19,844 - 1,079} = 0,588.$$

Определение ИСЭППР в провинции Биньзыонг ($R_{c3(B3)}$) по формуле:

$$R_{c3(B3)} = R_{z(B3)}^* k_1 + R_{m(B3)}^* k_2 + R_{y(B3)}^* k_3 = 0,717 \cdot 0,5 + 0,666 \cdot 0,33 + 0,588 \cdot 0,17 = 0,678$$

Повторный расчет ИСЭППР в АТЕ Вьетнама с учетом обновленных данных показал, что значение R_{c3} в провинции Биньзыонг снизилось с 0,958 до 0,678. Значит, уровень пожарной опасности в провинции Биньзыонг снизился на 29,2%. Кроме того, значения индивидуального пожарного риска (R_z) снизился с $1,95 \cdot 10^{-6}$ жертв.чел⁻¹.год⁻¹ до $1,32 \cdot 10^{-6}$ жертв.чел⁻¹.год⁻¹, что ниже, чем обоснованное нормативное значение $1,34 \cdot 10^{-6}$ жертв.чел⁻¹.год⁻¹.

Разработанную автором данного диссертационного исследования процедуру принятия управленческого решения по снижению уровней пожарной опасности можно представить в виде алгоритма (рисунок 3.8). Алгоритм составляет следующие этапы:

- ввод данных: пожарные риски и факторы, влияющие на пожарные риски в АТЕ;
- определение коэффициентов корреляции между факторами и пожарными рисками;
- отбор значимых факторов;
- разработка многофакторных математических моделей взаимосвязи факторов, влияющих на пожарные риски;
- определение параметров значимости и качества моделей;
- оценка адекватности моделей;
- определение доверительных интервалов прогноза моделей;
- выработка вариантов на основе процентного изменения независимых переменных пропорционально коэффициентам корреляции с целью минимизации рисков;

- определение ожидаемого сокращения значения пожарного риска по каждому варианту;
- принятие решения по оптимальному варианту;
- нахождение оптимального решения по снижению пожарных рисков подходящего для всех доверительных интервалов моделей;
- оценка эффективности снижения уровня пожарной опасности в процентах при применении решения.

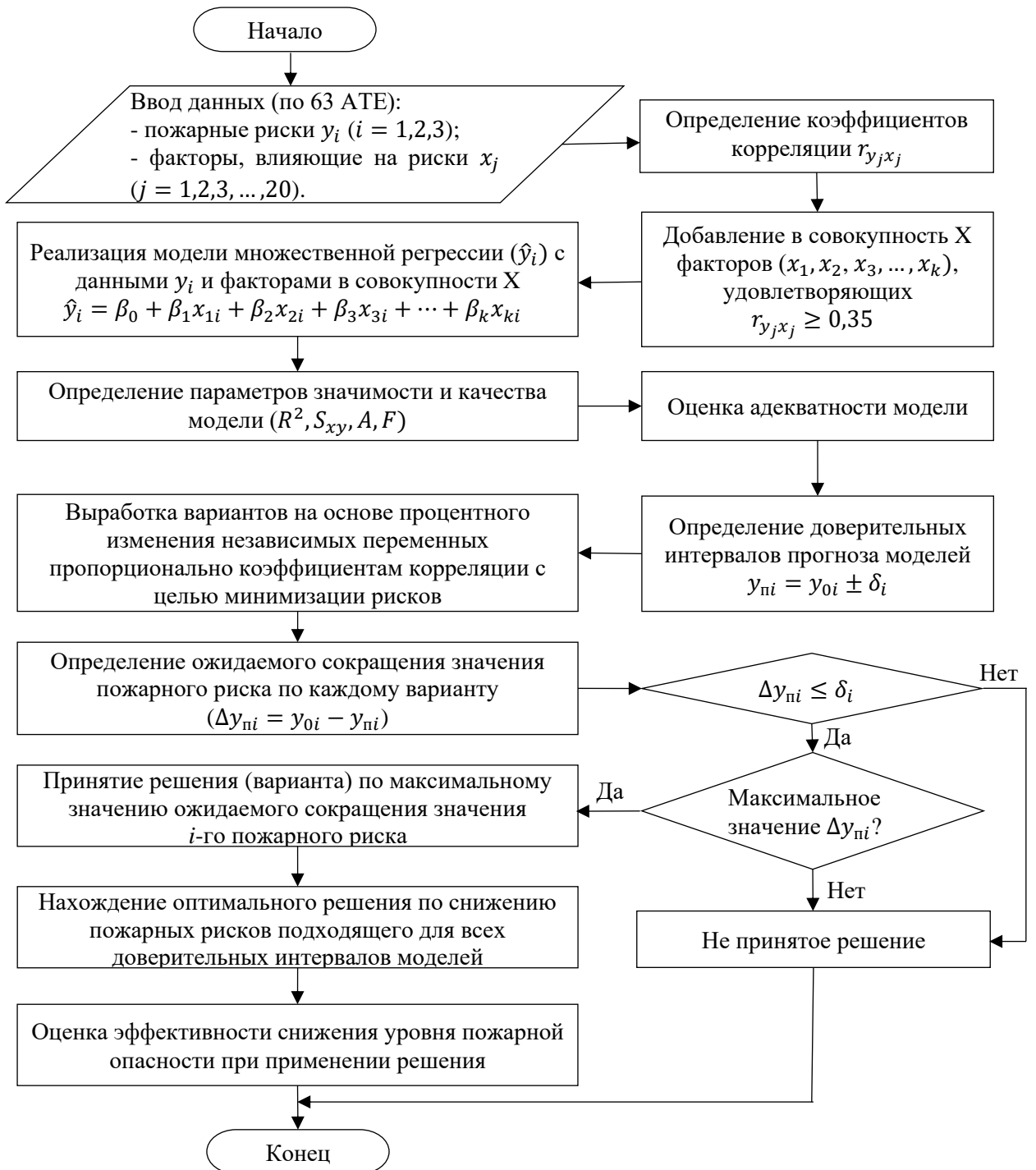


Рисунок 3.8 – Алгоритм поддержки принятия управленческих решений по снижению уровней пожарной опасности в АТЕ

3.6. Разработка программы для поддержки принятия управленческих решений по оценке уровней пожарной опасности

С целью поддержки принятия управленческих решений по оценке и снижению уровней пожарной опасности АТЕ Вьетнама была разработана программа для ЭВМ. Программа позволяет реализовать процедуру принятия решений по оценке уровней пожарной опасности и управлению влияющими факторами для снижения уровней пожарной опасности в АТЕ [56].

Программа включает в себя исходные данные и функции для оценки уровней пожарной опасности и допустимого уровня индивидуального пожарного риска в АТЕ. Кроме того, программа может представлять многофакторную линейную модель, описывающую зависимость между пожарными рисками и значимыми факторами, которые на них влияют. На основе полученных математических моделей составляются прогнозы пожарного риска и оптимальные решения по снижению уровней пожарной опасности в АТЕ. Таким образом, разработанная программа позволяет, в совокупности со статистическими данными по пожарной обстановке на территории страны, предоставить варианты по оценке и снижению УПО лицу, принимающему решения по управлению пожарной безопасностью в АТЕ [56].

Программа построена на архитектуре модели MVC (Model – View – Controller) (Модель – Просмотр – Контроллер). Прикладное программное обеспечение на основе веб-сайта, языка программирования PHP (Hypertext PreProcessor, «препроцессор гипертекста»). В операционной системе Centos. Использование веб-сервера и базы данных MySQL. На рисунке 3.9 представлена функциональная структура программы для ЭВМ [56].

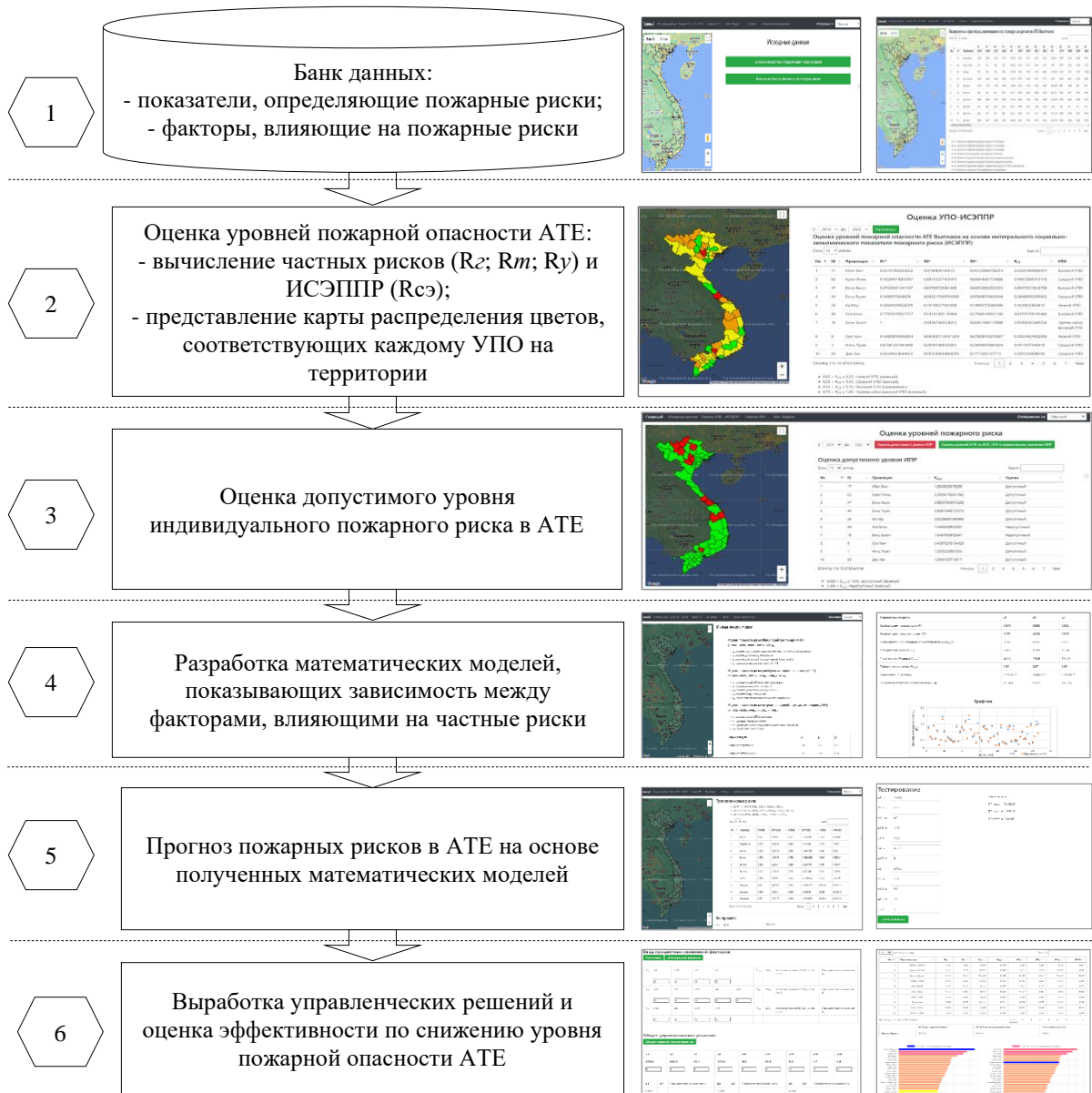


Рисунок 3.9 – Функциональная структура программы для ЭВМ

Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ представлено в Приложении Б. Листинг программы располагается в Приложении В. Интерфейс программы для ЭВМ представлен на рисунке 3.10.

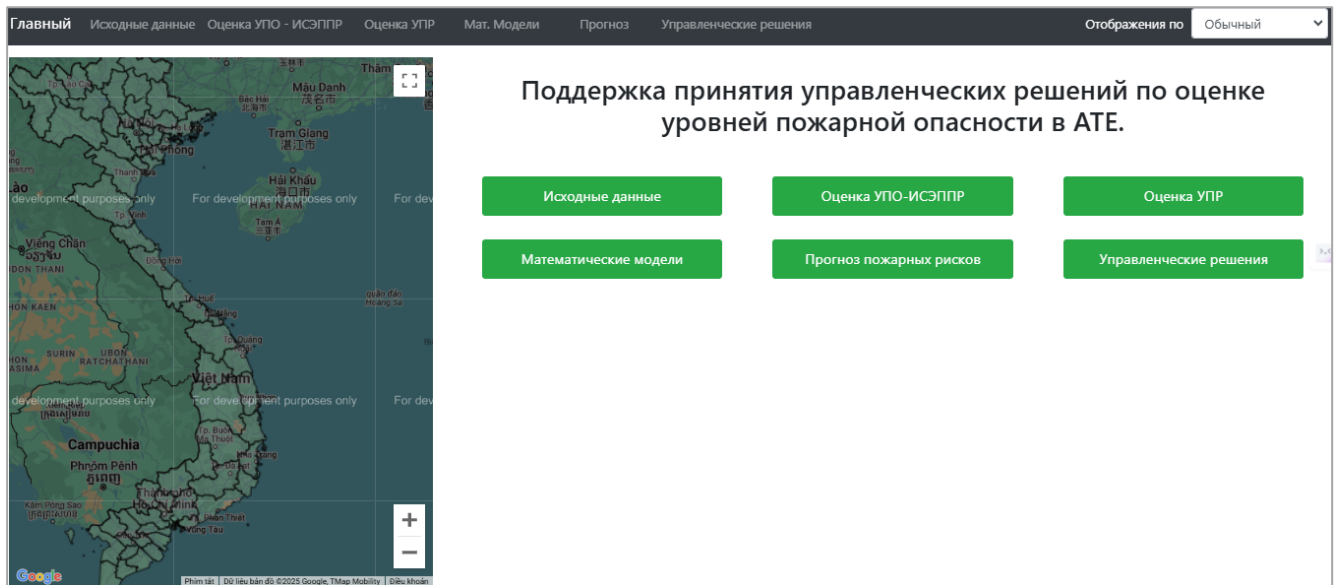


Рисунок 3.10 – Интерфейс программы «Поддержка принятия управленческих решений по оценке уровней пожарной опасности в АТЕ»

Исходные данные для поддержки управленческих решений оценки и снижения уровней пожарной опасности в АТЕ Вьетнама, включая основные показатели последствий от пожаров, которые непосредственно вычисляют ИСЭППР и показатели возможных факторов, влияющих на пожарные риски.

Начальный запрос исходных данных для всех 63 АТЕ Вьетнама представлен на рисунке 3.11.

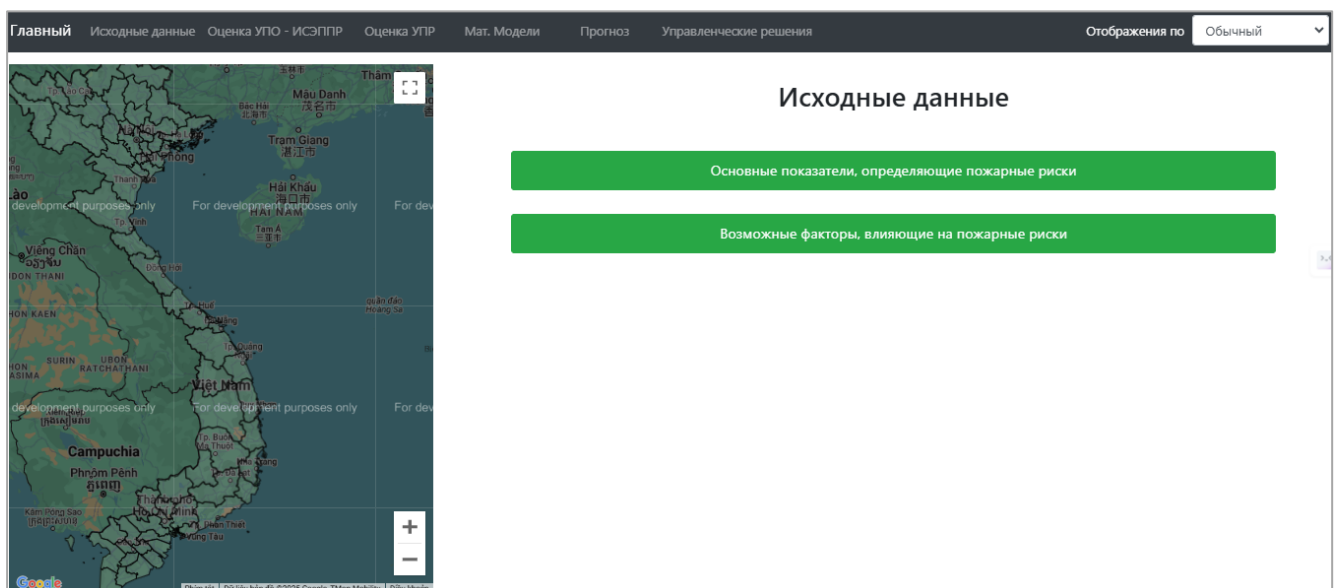


Рисунок 3.11 – Интерфейс программы начального запроса исходных данных

Исходные данные «Основные показатели, определяющие пожарные риски в АТЕ Вьетнама», позволяет осуществлять быстрый поиск и получение данных за 10 лет (с 2013 по 2022 гг. включительно) о показателях численности населения, количестве погибших при пожарах, количестве травмированных в результате пожара и материального ущерба в 63 АТЕ (провинциях, городах) Вьетнама (рисунок 3.12).

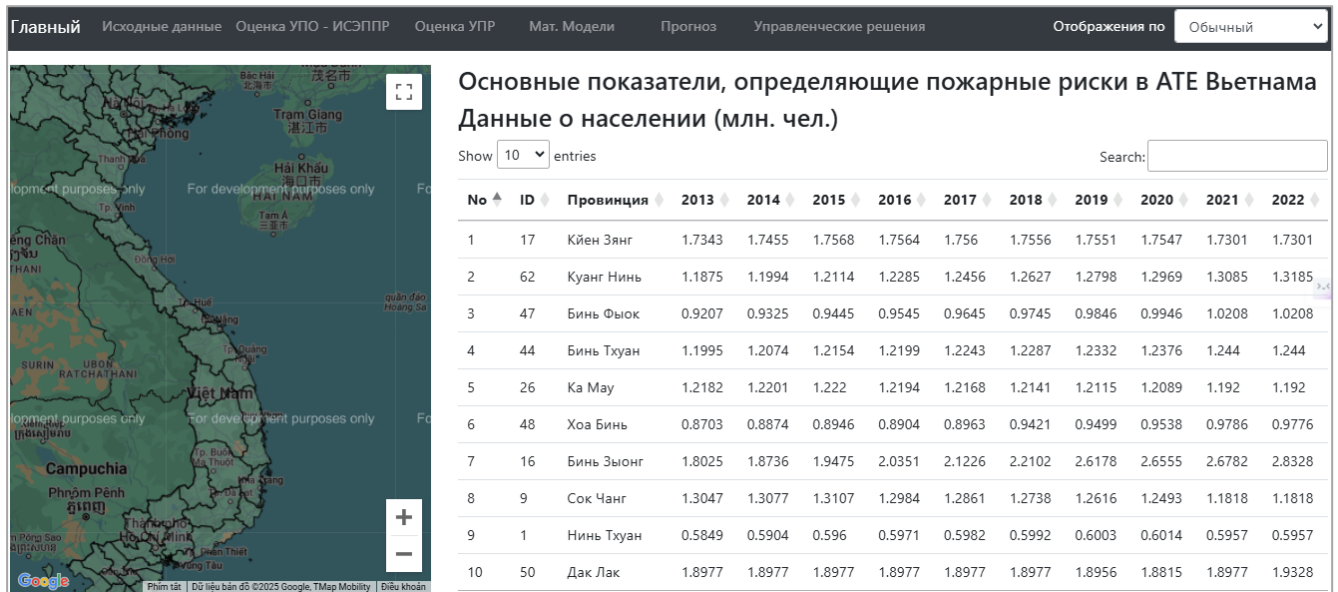


Рисунок 3.12 – Интерфейс программы исходных данных «Основные показатели, определяющие пожарные риски в АТЕ Вьетнама»

Исходные данные «Возможные факторы, влияющие на пожарные риски в АТЕ Вьетнама», включающие в себя информацию о возможных факторах (20 факторов), влияющих на пожарные риски за 4 года с 2019 г. по 2022 г., и их средние значения (рисунок 3.13).

На рисунке 3.14 представлен интерфейс программы для оценки уровней пожарной опасности в АТЕ Вьетнама с использованием исходных данных. Программа позволяет пользователям выбирать период времени (годы) для оценки уровня пожарной опасности и предоставлять результаты в табличной форме. Кроме того, программа также предоставляет карту распределения цветов, соответствующую каждому уровню пожарной опасности на территории.

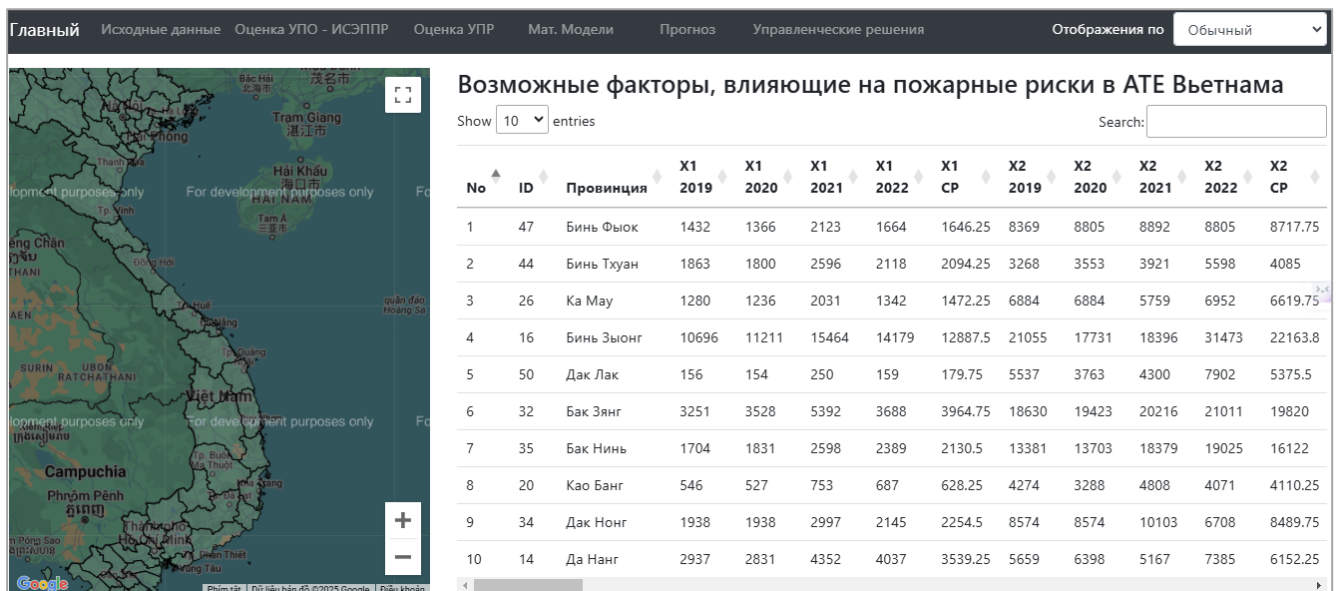


Рисунок 3.13 – Интерфейс программы для исходных данных «Возможные факторы, влияющие на пожарные риски в АТЕ Вьетнама»

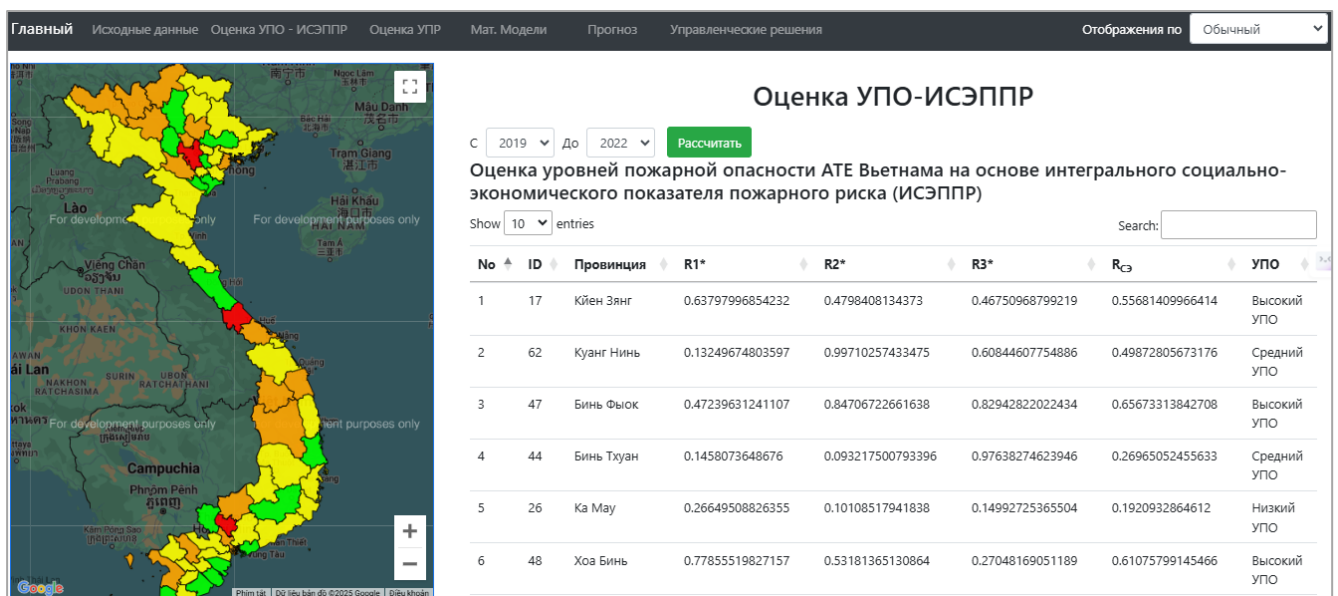


Рисунок 3.14 – Интерфейс программы для оценки уровней пожарной опасности

На рисунке 3.15 представлен интерфейс программы для оценки допустимого уровня индивидуального пожарного риска. Программа также позволяет пользователям выбирать период времени (годы) для оценки допустимого уровня ИПР. Результаты представлены в виде таблицы и карты с соответствующими цветами.

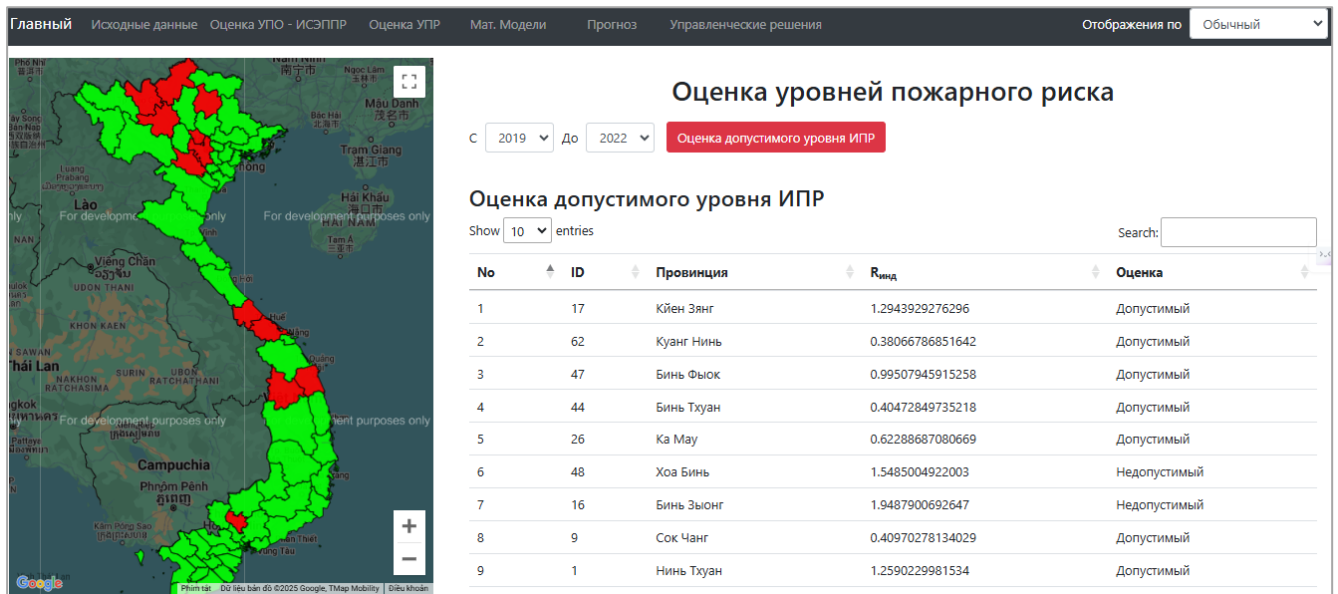


Рисунок 3.15 – Интерфейс программы оценки допустимого уровня индивидуального пожарного риска

На рисунке 3.16 представлен интерфейс программы для разработки математических моделей, описывающих зависимость между пожарными рисками и значимыми факторами, которые на них влияют.

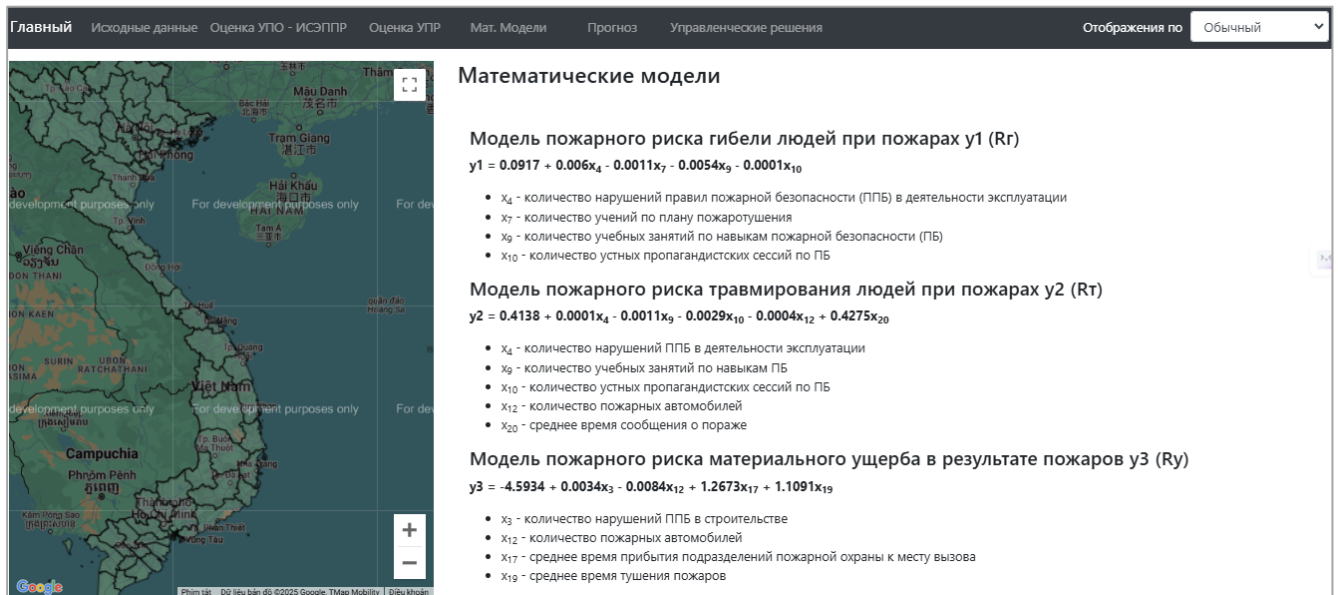


Рисунок 3.16 – Интерфейс программы для разработки математических моделей

Программа позволяет пользователям строить модели множественной линейной регрессии на основе факторов, которые оказывают существенное

влияние на пожарные риски. Кроме того, в интерфейсе также отображаются параметры для оценки качества и значимости моделей.

Применяя полученные модели, программа позволяет пользователям прогнозировать значения пожарных рисков на основе ввода значений влияющих факторов в АТЕ. Интерфейс программы для прогнозирования пожарных рисков представлен на рисунке 3.17.

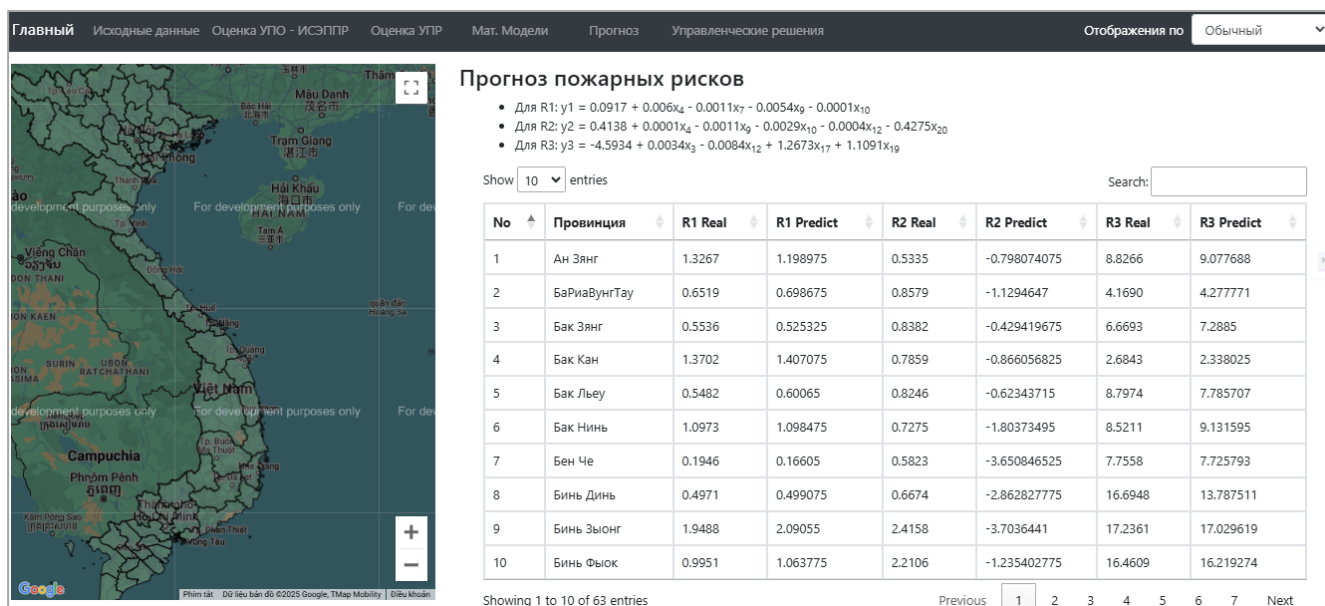


Рисунок 3.17 – Интерфейс программы для прогнозирования пожарных рисков

На рисунке 3.18 представлена поддержка принятия управленческих решений по снижению уровня пожарной опасности в АТЕ с использованием функции программы «Управленческие решения». В результате на экране выводятся процентные изменения факторов в моделях, доверительные интервалы прогноза и процентное снижение пожарных рисков. Это поможет лицам, принимающим решения, быстро найти оптимальное управленческое решение.

Ввод процентных изменений факторов

Y ₁	x9	x10	x7	x4		Y _{1п}	ΔY ₁	Условие принято? ΔY ₁ ≤ σ1 (+/-)	Процентное снижение R _r
	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>					
Y ₂	x12	x9	x10	x4	x20	Y _{2п}	ΔY ₂	Условие принято? ΔY ₂ ≤ σ2 (+/-)	Процентное снижение R _r
	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>				
Y ₃	x12	x3	x19	x17		Y _{3п}	ΔY ₃	Условие принято? ΔY ₃ ≤ σ3 (+/-)	Процентное снижение R _r
	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>					

Общее управленческое решение

x3	x4	x7	x9	x10	x12	x17	x19	x20
305.8	262.2	45.4	142.3	182	54.9	8.5	1.7	3.6
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

y1	y1'	Процентное снижение R _r	y2	y2'	Процентное снижение R _r	y3	y3'	Процентное снижение R _r
0.841			1.328			8.748		

Рисунок 3.18 – Интерфейс программы для разработки управленческих решений

На рисунке 3.19 представлена оценка эффективности применения разработанного решения с использованием функции «Оценка эффективности решения». После выбора АТЕ (провинции) и применения управленческого решения программа рассчитает эффективность снижения уровня пожарной опасности (в процентах). В результате на экране выводятся графики оценки УПО в АТЕ Вьетнама до и после применения управленческого решения.



Рисунок 3.19 – Интерфейс программы для оценки эффективности решения по снижению уровня пожарной опасности

Программное обеспечение позволяет сократить временные затраты на обработку и структурирование данных, а также визуализацию и интерпретацию процесса.

Выводы по третьей главе

1. В третьей главе диссертационного исследования классифицированы и выделены значимые факторы, влияющие на пожарную обстановку и пожарные риски в АТЕ Вьетнама. Разработаны математические модели, показывающие связь между пожарными рисками и влияющими на них факторами. Полученные модели имеют высокий уровень адекватности и значимости.

2. Разработан алгоритм поддержки принятия управленческих решений по снижению уровней пожарной опасности АТЕ Вьетнама. Полученный алгоритм применен для разработки оптимального решения с целью минимизации пожарных рисков и снижения уровня пожарной опасности АТЕ. При этом необходимо:

а) увеличение количества учений по плану пожаротушения (x_7) на 8,08%, количества учебных занятий по навыкам ПБ (x_9) на 6,00%, увеличение количества устных пропагандистских сессий по ПБ (x_{10}) на 6,32%, увеличение количества пожарных автомобилей (x_{12}) на 11,00%;

б) снижение количества нарушений ППБ в строительстве (x_3) на 13,68%, снижение количества нарушений ППБ в деятельности эксплуатации (x_4) на 9,87%, снижение среднего времени прибытия подразделений пожарной охраны к месту вызова (x_{17}) на 22,83%, снижение среднего времени тушения пожаров (x_{19}) на 14,94%, снижение среднего времени сообщения о пожаре (x_{20}) на 17,70%.

При этом сокращение значений пожарного риска гибели людей при пожаре (R_2) составляет 24,82%, сокращение пожарного риска травматизма людей в результате пожара (R_m) составляет 25,39% и сокращение пожарного риска материального ущерба от пожара (R_y) составляет 34,01%.

3. Рассчитана эффективность применения управленческого решения в провинции Биньзыонг. Полученный результат показывает, что значение ИСЭППР (R_{c3}) в провинции Биньзыонг снизилось с 0,958 (особо высокий УПО) до 0,678 (высокий УПО). Значит, уровень пожарной опасности в провинции Биньзыонг

снизился на 29,2%. Кроме того, значения индивидуального пожарного риска (R_I) снизилось с $1,95 \cdot 10^{-6}$ *жертв. · чел⁻¹ · год⁻¹* до $1,32 \cdot 10^{-6}$ *жертв. · чел⁻¹ · год⁻¹*, что ниже, чем обоснованное нормативное значение $1,34 \cdot 10^{-6}$ *жертв. · чел⁻¹ · год⁻¹*.

4. Разработана программа для ЭВМ поддержки принятия управленческих решений по оценке уровней пожарной опасности в АТЕ. Программа позволяет реализовать процедуру принятия решений по оценке уровней пожарной опасности и управлению влияющими факторами для снижения уровней пожарной опасности в АТЕ и сократить временные затраты на обработку и структурирование данных, а также визуализацию и интерпретацию процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В диссертационном исследовании проведен анализ статистики о последствиях пожаров во Вьетнаме за 10 лет (2013–2022 гг.). Анализ показал, что состояние пожарной обстановки неудовлетворительное. Число погибших людей на 100 пожаров во Вьетнаме вдвое выше, чем среднее число погибших среди 33 стран мира. Разработаны аппроксимирующие функции основных показателей последствий пожаров на основе метода наименьших квадратов. Получена тенденция изменения основных показателей, таких как: количество пожаров, погибшие, травмированные и материальный ущерб по стране, в городах и в сельской местности Вьетнама. Проведен анализ основных показателей пожарной опасности в АТЕ. Распределение этих показателей по АТЕ Вьетнама весьма неоднородно. Пожары и их последствия во Вьетнаме в основном сосредоточены в крупных городах, таких как Ханой, Хошимин, Дананг и Хайфонг.

2. Проведен анализ основных интегральных пожарных рисков в АТЕ Вьетнама, который показал, что распределение пожарных рисков по АТЕ (провинциям) Вьетнама неоднородно. Высокие значения риска гибели людей при пожаре (R_z) наблюдаются в АТЕ Биньзыонг, Ханой, Хазянг и Виньфук, которые составляют от 1,9 до 1,7 *жертв·чел.⁻¹·год⁻¹·10⁻⁶*. Самый высокий риск травматизма людей при пожаре (R_m) наблюдается в АТЕ Лангсон, Куангнинь, Ханой и Хошимин, который составляет 2,5 *травм·чел.⁻¹·год⁻¹·10⁻⁶*. Наиболее высокие значения риска материального ущерба (R_y) наблюдаются в АТЕ Биньтхуан, Куангчи, Хайфонг и Тьензянг, которые составляют от 18,4 до 19,8 *тыс донг·чел.⁻¹·год⁻¹*. На основе полученных значений основных интегральных рисков определены показатели ИСЭППР (R_{c3}) и произведено ранжирование территориальных единиц Вьетнама по уровням пожарной опасности. На особо высоком уровне пожарной опасности находятся АТЕ Биньзыонг ($R_{c3} = 0,958$), Ханой ($R_{c3} = 0,858$), Куангчи ($R_{c3} = 0,812$). К высоким уровням пожарной опасности

относятся 16 АТЕ: Хазянг, Иенбай, Контум, Биньфыок, Виньфук, Лаокай, Хайфонг, Хоабинь, Куангнгай, Хошимин, Кйензянг, Лайчау, Тхыатхьенхуэ, Залай, Тхайнгуен, Донгтхап. Ранжирование АТЕ по ИСЭППР позволяет осуществлять первоочередные организационно-технические мероприятия по снижению пожарных рисков в АТЕ с особо высоким и высоким уровнем пожарной опасности.

3. Определены показатели верхнего ($R_{\text{выш}} = 3,8 \cdot 10^{-6}$ жертв·чел⁻¹·год⁻¹) и нижнего ($R_{\text{низ}} = 3,8 \cdot 10^{-8}$ жертв·чел⁻¹·год⁻¹) предельных уровней ИПР для Вьетнама. Обоснована величина нормативного индивидуального пожарного риска для Вьетнама, которая составляет $R_n = 1,34 \cdot 10^{-6}$ жертв·чел⁻¹·год⁻¹. Это означает, что число погибших от пожаров во Вьетнаме не должно быть выше 1,34 жертв на 1 млн человек в год. Результат оценки уровней ИПР показал, что 12 из 63 АТЕ Вьетнама (19%) имеют значения ИПР выше допустимого уровня. На основе обоснования нормативной величины ИПР и результата оценки УПО разработана модель поддержки принятия управленческого решения по оценке УПО в АТЕ Вьетнама. Предложенная модель является основой для построения алгоритма поддержки принятия управленческих решений по снижению УПО для АТЕ Вьетнама.

4. Разработан алгоритм поддержки принятия управленческих решений по снижению уровней пожарной опасности АТЕ Вьетнама. Применен полученный алгоритм для разработки оптимального решения с целью минимизации пожарных рисков и снижения уровня пожарной опасности АТЕ. При этом необходимо:

а) увеличение количества учений по плану пожаротушения (x_7) на 8,08%, количества учебных занятий по навыкам ПБ (x_9) на 6,00%, увеличение количества устных пропагандистских сессий по ПБ (x_{10}) на 6,32%, увеличение количества пожарных автомобилей (x_{12}) на 11,00%;

б) снижение количества нарушений ППБ в строительстве (x_3) на 13,68%, снижение количества нарушений ППБ в деятельности эксплуатации (x_4) на 9,87%, снижение среднего времени прибытия подразделений пожарной охраны к месту вызова (x_{17}) на 22,83%, снижение среднего времени тушения пожаров (x_{19}) на 14,94%, снижение среднего времени сообщения о пожаре (x_{20}) на 17,70%.

При этом сокращение значений пожарного риска гибели людей при пожаре (R_z) составляет 24,82%, сокращение пожарного риска травматизма людей в результате пожара (R_m) составляет 25,39% и сокращение пожарного риска материального ущерба от пожара (R_y) составляет 34,01%. Определена эффективность применения управленческого решения в провинции Биньзыонг. Полученный результат показывает, что значение ИСЭППР ($R_{сэ}$) в провинции Биньзыонг снизилось с 0,958 (особо высокий УПО) до 0,678 (высокий УПО). Значит, уровень пожарной опасности в провинции Биньзыонг снизился на 29,2%. Кроме того, значения индивидуального пожарного риска (R_z) снизилось с $1,95 \cdot 10^6$ *жертв.чел⁻¹год⁻¹* до $1,32 \cdot 10^6$ *жертв.чел⁻¹год⁻¹*, что ниже, чем обоснованное нормативное значение $1,34 \cdot 10^6$ *жертв.чел⁻¹год⁻¹*.

5. Разработана программа для ЭВМ поддержки принятия управленческих решений по оценке уровней пожарной опасности в АТЕ. Программа позволяет реализовать процедуру принятия решений по оценке уровней пожарной опасности и управлению влияющими факторами для снижения уровней пожарной опасности в АТЕ и сократить временные затраты на обработку и структурирование данных, а также визуализацию и интерпретацию процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

СРВ – Социалистическая Республика Вьетнам

МОБ – Министерство общественной безопасности

ГУПО – Главное Управление пожарной охраны

АСС – аварийно-спасательная служба

ГПС – Государственная Противопожарная Служба

ЧС – чрезвычайная ситуация

ПЧ – пожарная часть

АТЕ – административно-территориальная единица

ИСЭППР – интегральный социально-экономический показатель пожарного риска

УПО – уровень пожарной опасности

ИПР – индивидуальный пожарный риск

ВПУ – верхний предельный уровень

НПУ – нижний предельный уровень

ВВП – валовой внутренний продукт

ИЧР – индекс человеческого развития

ПСЭРС – показатель социально-экономического развития стран

СПП – система предотвращения пожара

СППЗ – система противопожарной защиты

ППБ – правила пожарной безопасности

ППС – подразделения противопожарной службы

ЭВМ – электронно-вычислительная машина

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов, В. А. Методики оценки рисков чрезвычайных ситуаций и нормативы приемлемого риска чрезвычайных ситуаций (руководство по оценке рисков чрезвычайных ситуаций техногенного характера, в том числе при эксплуатации критически важных объектов Российской Федерации) / В. А. Акимов, А. А. Быков, В. Ю. Востоков [и др.]. – Текст : непосредственный // Проблемы анализа риска. – 2007. – Т. 4. – № 4. – С. 368–377.
2. Акимов, В. А. Нормативно-экономические модели управления риском / В. А. Акимов, А. А. Быков, М. И. Фалеев. – Текст : непосредственный // Проблемы анализа риска. – 2004. – Т. 1. – № 2. – С. 125–137.
3. Акимов, В. А. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах : Учебное пособие / В. А. Акимов, В. В. Лесных, Н. Н. Радаев. – Москва : Финансовый издательский дом «Деловой экспресс», 2004. – 352 с. – Текст : непосредственный.
4. Андреев, Ю. А. Влияние социальных и климатических условий на уровень пожарного риска / Ю. А. Андреев, Д. С. Серебренников, С. В. Амельчугова, С. Ю. Комаров. – Текст : непосредственный // Пожаровзрывобезопасность. – 2010. – № 12. – С. 34–38.
5. Брушлинский, Н. Н. Алгоритм определения предельных показателей индивидуального пожарного риска для Вьетнама / Н. Н. Брушлинский, С. В. Соколов, Н. Л. Присяжнюк, Чыонг Ван Хынг. – Текст : непосредственный // Технологии техносферной безопасности. – 2022. – Вып. 4 (98). – С. 52–67. – doi.org/10.25257/TTS.2022.4.98.52-67.
6. Брушлинский, Н. Н. Динамика, управление, прогнозирование / Н. Н. Брушлинский, Ю. Н. Шебеко. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2007. – 370 с. – Текст : непосредственный.

7. Брушлинский, Н. Н. К вопросу о локальных и интегральных рисках / Н. Н. Брушлинский, Е. А. Клепко. – Текст : непосредственный // Вестник Академии ГПС МЧС России. – 2007. – № 6. – С. 93–96.

8. Брушлинский, Н. Н. Нормативное значение индивидуального пожарного риска как основа модели и алгоритма поддержки управленческих решений по обеспечению пожарной безопасности Вьетнама / Н. Н. Брушлинский, С. В. Соколов, Н. Л. Присяжнюк, В. Х. Чыонг. – Текст : непосредственный // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2023. – № 2. – С. 81–93. – DOI 10.25257/FE.2023.2.

9. Брушлинский, Н. Н. Основы теории пожарных рисков и ее приложение / Н. Н. Брушлинский [и др.]. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 192 с. – Текст : непосредственный.

10. Брушлинский, Н. Н. Пожарные риски. Вып. 1. Основные понятия / Н. Н. Брушлинский. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2004. – 57 с. – Текст : непосредственный.

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

12. Брушлинский, Н. Н. Системный анализ и проблемы пожарной безопасности народного хозяйства / Н. Н. Брушлинский, В. В. Кафидов, В. И. Козлачков и др.; под редакцией Брушлинского Н. Н. – Москва: Стройиздат, 1988. – 413 с. – Текст : непосредственный.

13. Быков, А. А. О предельно допустимом и «предпочтительном» риске / А. А. Быков. – Текст : непосредственный // Проблемы анализа риска. – 2018. – Т. 15. – № 6. – С. 6-7.

14. Быков, А. И. О предельных значениях пожарных рисков и рисков аварий при оценке уровня опасности газотранспортных объектов / А. И. Быков. – Текст : непосредственный // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – Т. 21. – № 5. – С. 9–12.

15. Википедия [сайт]. Показатели уровня экономического развития. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Экономическое_развитие (дата обращения: 06.02.2023). – Текст : электронный.

16. Википедия [сайт]. Юго-Восточная Азия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Юго-Восточная_Азия (дата обращения: 20.05.2024). – Текст : электронный.

17. Волкова, П. А. Статистика для всех / П. А. Волкова, И. М. Флямер, М. В. Либерман, А. А. Галицина. – Москва: ДМК Пресс, 2017. – 586 с. – Текст : непосредственный.

18. Воробьева, Е. П. Применение рискологических подходов для анализа пожарной обстановки в г. Екатеринбурге и Свердловской области / Е. П. Воробьева, Е. В. Кононенко, Е. Н. Брюхов, М. В. Стахеев. – Текст : непосредственный // Пожаровзрывобезопасность. – 2009. – Т. 18. – № 2. – С. 12–15.

19. Гаврилей, В. М. Использование экономико-математических методов для комплексной оценки пожарной опасности административно-территориальных единиц / В. М. Гаврилей, Р. Г. Панова. – Текст : непосредственный // Вопросы экономики в пожарной охране. – Вып. 5. – Москва: ВНИИПО, 1976. – С. 3–13.

20. Галочкин, В. Т. Исследование уравнения множественной линейной регрессии / В. Т. Галочкин, А. Р. Латыш. – Текст : непосредственный // Хроноэкономика. – 2017. – № 5 (7). – С. 54–59.

21. ГОСТ Р 51901.1-2002 (МЭК 60300-3-9:1995) Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем. – URL: https://rosogosts.ru/file/gost/13/110/gost_r_51901.1-2002.pdf (дата обращения: 10.10.2024). – Текст : электронный.

22. Гребенникова, И. В. Методы математической обработки экспериментальных данных : учебно-методическое пособие / И. В. Гребенникова. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 124 с. – Текст : непосредственный.

23. Гржибовский, А. М. Объем выборки для корреляционного анализа / А. М. Гржибовский, А. М. Горбатова, А. Н. Наркевич, К. А. Виноградов. – Текст :

непосредственный // Морская медицина. – 2020. – Т. 6. – № 1. – С. 101-106. DOI 10.22328/2413-5747-2020-6-1-101-106.

24. Гуманитарный портал. Рейтинги стран и регионов [сайт]. – URL: <https://gtmarket.ru/research/country-rankings> (дата обращения: 08.06.2024). – Текст : электронный.

25. Данг, Х. Л. Геоэкономическое положение Вьетнама: преимущества и проблемы / Х. Л. Данг, Т. Т. Л. Нгуен. – Текст : непосредственный // Вьетнамские исследования: электронный научный журнал. – 2022. – Т. 6. – № 4. – С. 23–32. – DOI 10.54631/VS.2022.64-91031.

26. Денисова, И. Г. К вопросу спецификации модели множественной линейной регрессии / И. Г. Денисова, В. К. Краснов. – Текст : непосредственный // Перспективы социально-экономического развития современного государства и общества: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. – Чебоксары: ЧКИ РУК, 2014. – С. 93–96.

27. Директива 01/СТ-ТТг от 3 января 2023 года Премьер-министра Вьетнама «Об усилении противопожарной безопасности и борьбы с ними в новой ситуации» Ханой. 2023. 12 с. // Юридическая библиотека Вьетнама: сайт. – URL: <https://viwa-s.gov.vn/chi-thi-01-ct-ttg-cua-thu-tuong-chinh-phu-ve-tang-cuong-cong-tac-phong-chay-chua-chay-trong-tinh-hinh-moi.html> (дата обращения 08 января 2024). – Текст : электронный.

28. Закон Вьетнама от 29 июня 2001 г. № 27/2001/QН10 «О пожарной безопасности». – Ханой: Национальное политическое издательство, 2001. – 12 с. – Текст : непосредственный.

29. Закон Вьетнама от 22 ноября 2013 г. № 40/2013/QН13 «О внесении изменений и дополнений в Закон о пожарной безопасности». – Ханой: Национальное политическое издательство, 2013. – 22 с. – Текст : непосредственный.

30. Зимонин, А. А. Допустимый (приемлемый) индивидуальный пожарный риск – зарубежный и отечественный опыт / А. А. Зимонин, А. В. Фирсов, В. М. Бутенко // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. – 2014. – Вып. 5 (57). – 2014. – С. 9. – URL: <http://agps->

2006.narod.ru/ttb/2014-5/21-05-14.ttb.pdf (дата обращения 28.10.2022). – Текст : электронный.

31. Коломиец, Л. В. Метод наименьших квадратов: Метод. указания / сост.: Л. В. Коломиец, Н. Ю. Поникарова. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2017. – 32 с. – Текст : непосредственный.

32. Комар, О. Н. Статистика. Часть I. Общая теория статистики: Учебное пособие / О. Н. Комар. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2008. – 81 с. – Текст : непосредственный.

33. Краснокутский, П. А. Особенности оценки и сопоставления уровня социально-экономического развития стран на основе международных рейтингов / П. А. Краснокутский, С. С. Змяк, А. М. Казакова. – Текст : непосредственный // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2019. – № 3. – С. 101–107. – DOI 10.22394/2079-1690-2019-1-3-101-107.

34. Майер, И. В. О применении модели множественной регрессии для прогнозирования состояния рынка акций / И. В. Майер. – Текст : непосредственный // Вестник НГУЭУ. – 2014. – № 1. – С. 178–184.

35. Макарова, Е. Л. Анализ показателей социально-экономического развития Российской Федерации / Е. Л. Макарова, Д. М. Николаенко. – Текст : непосредственный // Вестник Таганрогского института управления и экономики. – 2016. – № 1(23). – С. 21–25.

36. Матиев, Р. Т. Факторы, оказывающие влияние на пожарную обстановку в городах и модель управления пожарными рисками основанная на математических вычислениях / Р. Т. Матиев. – Текст : непосредственный // Материалы XXV Международной научно-практической конференции, Пенза, 30–31 марта 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 209–221.

37. Меньшиков, С. А. Факторы, влияющие на состояние пожарной безопасности в Российской Федерации / С. А. Меньшиков. – Текст : непосредственный // Мирская наука. – 2020. – № 11 (44). – С. 78–80.

38. Мешалкин, Е. А. Исследование влияния геофизических условий на обстановку с пожарами / Е. А. Мешалкин, А. Г. Фирсов, А. А. Порошин. – Текст : непосредственный // Пожарная безопасность. – 1998. – № 1. – С. 40–46.

39. Мешалкин, Е. А. Математическая модель оценки состояния оперативной деятельности Государственной противопожарной службы с учетом геофизических факторов / Е. А. Мешалкин, А. Г. Фирсов, А. А. Порошин. – Текст : непосредственный // Обеспечение организационно-управленческой деятельности Государственной противопожарной службы: сб. науч. тр. – Москва: ВНИИПО МВД РФ, 2000. – С. 57–65.

40. Минаев, В. А. Оптимальное распределение кадровых ресурсов противопожарной службы Вьетнама по типологическим кластерам / В. А. Минаев, Н. Г. Топольский, Б. Н. Коробец, Дао Ань Туан. – Текст : непосредственный // Технологии техносферной безопасности. – 2018. – № 1(77). – С. 62–71. – DOI 10.25257/TTS.2018.1.77.62-71.

41. Минаев, В. А. Снижение пожарных рисков с использованием теории активных систем / В. А. Минаев, Н. Г. Топольский, К. М. Чу // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – Вып. 4 (56). – С. 1. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23105868> (дата обращения 15.01.2024). – Текст : электронный.

42. Минаев, В. А. Типологизация провинций Вьетнама по характеристикам пожарной опасности / В. А. Минаев, Н. Г. Топольский, А. Т. Дао. – Текст : непосредственный // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2018. – № 1. – С. 72–76. – DOI 10.25257/FE.2018.1.72-76.

43. Мировой Атлас Данных. Кноета [сайт]. – URL: <https://ru.knoeta.com/atlas> (дата обращения: 08.02.2023). – Текст : электронный.

44. Митяков, Е. С. К вопросу о выборе весов при нахождении интегральных показателей экономической динамики / Е. С. Митяков, Д. А. Корнилов. – Текст : непосредственный // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева. – 2011. – № 3 (90). – С. 289–299.

45. Негреева, В. В. Экономическое развитие Вьетнама / В. В. Негреева, Ч. Т. Туан. – Текст : непосредственный // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2017. – № 1. – С. 15–20. – DOI 10.17586/2310-1172-2017-10-1-15-20.

46. Носков, С. И. Выбор метода оценивания параметров линейной регрессии на основе выявления аномальных наблюдений / С. И. Носков. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2021. – Т. 17. – № 2. – С. 24–29. – DOI: 10.36622/VSTU.2021.17.2.004.

47. Об установлении предельно допустимого уровня риска : Декларация Российского научного общества анализа риска. – Текст : непосредственный // Проблемы анализа риска. – 2006. – Т. 3. – № 2. — С. 162–168.

48. Отчет Главного Статистического управления Вьетнама о социально-экономическом положении за 2013–2022 гг. – Ханой, 2023. – 270 с. – Текст : непосредственный.

49. Отчет об оценке результатов реализации задач социально-экономического развития Вьетнама на 2016-2020 годы и направлений, задач социально-экономического развития страны на 2021-2025 годы. – Ханой, 2020. – 66 с. – Текст : непосредственный.

50. Отчет по противопожарной работе Главного Управления пожарной охраны и аварийно-спасательных служб МОБ Вьетнама за 2013–2022 гг. – Ханой, 2023. – 115 с. – Текст : непосредственный.

51. Пожарные риски. Динамика, управление, прогнозирование / Под ред. Н. Н. Брушлинского и Ю. Н. Шебеко. – Москва: ФГУ ВНИИПО, 2007. – 370 с. – Текст : непосредственный.

52. Попков, С. Ю. Методика оценки пожарных рисков в городах и сельской местности России / С. Ю. Попков // Технологии техносферной безопасности. – 2011. – Вып. 5 (39). – С. 11. – URL: <https://agps-2006.narod.ru/ttb/2011-5/04-05-11.ttb.pdf> (дата обращения 15.01.2023). – Текст : электронный.

53. Постановление Правительства РФ от 17.08.2016 N 806 (ред. от 28.09.2022) «О применении риск-ориентированного подхода при организации

отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации». – URL: <https://base.garant.ru/71473944/> (дата обращения: 10.10.2024). – Текст : электронный.

54. Присяжнюк, Н. Л. Интегральный социально-экономический показатель пожарного риска и методика его оценки / Н. Л. Присяжнюк, В. А. Малько // Технологии техносферной безопасности [сайт]. – 2018. – Вып. 3 (79). – С. 47–54. – URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2018-3/03-03-18.ttb.pdf> (дата обращения 10.05.2022). DOI: 10.25257/TTS.2018.3.79.47-54. – Текст : электронный.

55. Присяжнюк, Н. Л. Оценка пожароопасности в социалистической Республике Вьетнам / Н. Л. Присяжнюк, В. Х. Чьонг. – Текст : непосредственный // Социально-экономические аспекты принятия управленческих решений: Материалы шестого научного семинара, Москва, 28 февраля 2022 года. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, 2022. – С. 378–381.

56. Присяжнюк, Н. Л. Поддержка принятия управленческих решений по оценке уровней пожарной опасности в административно-территориальных единицах: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024690585, 16.12.2024 г. / Н. Л. Присяжнюк, В. Х. Чьонг.

57. Присяжнюк, Н. Л. Экономическая оценка управленческих решений в области пожарной безопасности: учеб. пособие / Н. Л. Присяжнюк. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2020. – 127 с. – Текст : непосредственный.

58. Резолюция национальной ассамблеи Вьетнама № 81/2023/QН15 от 09 января 2023 г. «О национальном генеральном плане на период 2021-2030 гг. и видение до 2050 г». – Ханой: ҚН, – 2023. – 12 с. – Текст : непосредственный.

59. Россия и страны мира. 2023: Статический сборник. – Москва: Росстат, 2023. – 393 с. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Rus_strani_mira_2023.pdf (дата обращения 25.05.2024). – Текст : электронный.

60. Рязанов, В. А. Организация и управление в области обеспечения пожарной безопасности. Учебное пособие / В. А. Рязанов, Н. Н. Соболев,

В. Л. Семиков, С. Ю. Попков, Е. А. Клепко, Н. Л. Присяжнюк и др. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2016. – 392 с. – Текст : непосредственный.

61. Сводный отчет по противопожарной безопасности и планированию пожарной инфраструктуры на период 2021-2030 гг., видение до 2050 года – Ханой: МОБ, 2022. – 198 с. – Текст : непосредственный.

62. Соколов, С. В. Анализ территориальных пожарных рисков Вьетнама / С. В. Соколов, К. Х. Фам. – Текст : непосредственный // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2020. – № 2. – С. 76–87. – DOI 10.25257/FE.2020.2.76-87.

63. Солонин, С. И. Метод гистограмм : учебное пособие : [Электронное текстовое издание] / С. И. Солонин; М-во образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет. – Екатеринбург, ЦНОТ ИТОО УрФУ, 2014. – 97 с. – Текст : электронный.

64. Сомов, В. Л. Методы определения коэффициентов весомости динамических интегральных показателей / В. Л. Сомов, М. Н. Толмачев. – Текст : непосредственный // Вопросы статистики. – 2017. – №6. – С. 74–79.

65. Тимофеева, С. С. Оценка пожарной опасности субъектов Российской Федерации Сибирского федерального округа на основе комплексного показателя пожарных рисков / С. С. Тимофеева, В. В. Гармышев. – Текст : непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–14. – С. 3059–3064.

66. Тимофеева, С. С. Социальные, экономические и экологические последствия пожаров в муниципальных центрах Сибирского федерального округа: анализ, оценка, прогноз: монография / С. С. Тимофеева [и др.]; ФГОУ ВПО ВСИ МВД России. – Иркутск: Аспринт, 2010. – 169 с. – Текст : непосредственный.

67. Тырсин, А. Н. Математическая модель эффективного прогнозирования ущерба от пожаров / А. Н. Тырсин, Е. Н. Тужиков. – Текст : непосредственный // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2013. – № 4 (40). – С. 111–114.

68. Фадеева, Л. Н. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / Л. Н. Фадеева, А. В. Лебедев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Эксмо, 2010. – 496 с. – Текст : непосредственный.

69. Фам, К. Х. Информационно-аналитическая поддержка управления пожарными подразделениями Вьетнама на основе технологий имитационного моделирования: дис. ... канд. техн. наук: 2.3.4 / К. Х. Фам. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2022. – 219 с. – Текст : непосредственный.

70. Фам, К. Х. Пожарная обстановка во Вьетнаме за последние годы и меры по профилактике пожаров / К. Х. Фам, С. В. Соколов. – Текст : непосредственный // Материалы 29-й международной научно-технической конференции «Системы безопасности». – 2020. – № 29. – С. 106–110.

71. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 10.10.2024). – Текст : электронный.

72. Федеральный закон от 31.07.2020 №248-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/ (дата обращения: 10.10.2024). – Текст : электронный.

73. Фирсов, А. Г. Зонирование территории Российской Федерации по показателям обстановки с пожарами с позиции климатических факторов / А. Г. Фирсов, Е. А. Мешалкин, А. А. Порошин. – Текст : непосредственный // Пожарная безопасность. – 1998. – № 2. – С. 36–45.

74. Фирсов, А. В. О нормативном значении индивидуального пожарного риска / А. В. Фирсов, Е. В. Крюков, Г. Х. Харисов. – Текст : непосредственный // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – Т 21. – № 9. – С. 14–16.

75. Фишберн, П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн. – Москва: Наука, 1978. – 352 с. – Текст : непосредственный.

76. Фомин, А. И. Пожарные риски и их влияние на риск-ориентированный подход при организации и осуществлении федерального государственного пожарного надзора / А. И. Фомин, Д. А. Бесперстов, С. Ю. Сайбель. – Текст :

непосредственный // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2017. – № 3. – С. 36–44.

77. Фомин, А. В. Экспертный метод оценки деятельности органов местного самоуправления по реализации первичных мер пожарной безопасности / А. В. Фомин, Е. Н. Тужиков. – Текст : непосредственный // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2012. – № 2. – С. 27–34.

78. Ха, Т. Х. Ч. Современные критерии уровня развития Вьетнама / Т. Х. Ч. Ха. – Текст : непосредственный // Скиф. Вопросы студенческой науки. – 2023. – № 2 (78). – С. 141–146.

79. Харисов, Г. Х. Обоснование нормативного значения и расчетной величины индивидуального пожарного риска в зданиях и сооружениях / Г. Х. Харисов, А. В. Фирсов. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. – 225 с. – Текст : непосредственный.

80. Чирухин, В. А. Применение метода наименьших квадратов для аппроксимации периодических процессов при построении прогнозов / В. А. Чирухин. – Текст : непосредственный // Записки Горного института : сб. науч. тр. С.-Петерб. гос. горный ин-т. – 2014. – Т. 208. – С. 197–202.

81. Численность населения стран мира. Юго-Восточная Азия [сайт]. – URL: <https://danso.org/the-gioi/chau-a/dong-nam-a/> (дата обращения 20.05.2024). – Текст : электронный.

82. Чыонг, В. Х. Алгоритм обоснования нормативной величины индивидуального пожарного риска для Вьетнама / Н. Л. Присяжнюк, В. Х. Чыонг. – Текст : непосредственный // Социально-экономические аспекты принятия управленческих решений: Сборник материалов седьмого научного семинара, Москва, 23 марта 2023 года. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, 2023. – С. 532–538.

83. Чыонг, В. Х. Алгоритм определения уровней пожарной опасности провинций Вьетнама / В. Х. Чыонг, Н. Л. Присяжнюк. – Текст : непосредственный // Материалы 31-й международной научно-технической конференции «Системы безопасности». – 2022. – № 31. – С. 28–32.

84. Чыонг, В. Х. Анализ показателей пожарной опасности во Вьетнаме за период с 2010 по 2021 год / Н. Л. Присяжнюк, В. Х. Чыонг. – Текст : непосредственный // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2022. – № 4. – С. 1–12.

85. Чыонг, В. Х. Анализ системы управления пожарной безопасностью во Вьетнаме [Текст] / В. Х. Чыонг, В. В. Ле. – Текст : непосредственный // Материалы 31-й международной научно-технической конференции «Системы безопасности». – 2022. – № 31. – С. 33–38.

86. Чыонг, В. Х. Анализ состояния системы подготовки специалистов в образовательных учреждениях пожарно-технического профиля во Вьетнаме / В. Х. Чыонг, В. В. Ле. – Текст : непосредственный // Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – 2022. – № 11. – С. 179–183.

87. Чыонг, В. Х. Анализ состояния пожарной обстановки и рекомендации по снижению пожарных рисков в социалистической республике Вьетнам / В. Х. Чыонг, Н. Л. Присяжнюк. – Текст : непосредственный // Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – 2022. – № 11. – С. 35–40.

88. Чыонг, В. Х. Анализ факторов, влияющих на уровни пожарной опасности в административно-территориальных единицах Вьетнама / В. Х. Чыонг, Н. Л. Присяжнюк. – Текст : непосредственный // Социально-экономические аспекты принятия управленческих решений: Сборник материалов восьмого научного семинара, Москва, 27 февраля 2024 года. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, 2024. – С. 286–290.

89. Чыонг, В. Х. Динамика индивидуального пожарного риска в Социалистической Республике Вьетнам / В. Х. Чыонг. – Текст : непосредственный // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: Материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. В 4 ч. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2022. – С. 115–119.

90. Чыонг, В. Х. Математические модели поддержки управленческих решений по снижению уровня пожарной опасности во административно-территориальных единицах Вьетнама / В. Х. Чыонг. – Текст : непосредственный // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. – 2024. – № 2. – С. 107–118. DOI:10.25257/FE.2024.2.

91. Чыонг, В. Х. Обоснование предельных значений индивидуального пожарного риска для Вьетнама / В. Х. Чыонг, Н. Л. Присяжнюк, В. Х. Ле. – Текст : непосредственный // Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – 2023. – № 12. – С. 164–169.

92. Чыонг, В. Х. Оценка пожарной опасности административно-территориальных единиц Вьетнама / В. Х. Чыонг, Н. Л. Присяжнюк. – Текст : непосредственный // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2022. – № 3. – С. 90–98. – DOI 10.25257/FE.2022.3.

93. Чыонг, В. Х. Поддержка управления пожарной безопасностью Вьетнама на основании нормативной величины индивидуального пожарного риска / В. Х. Чыонг. – Текст : непосредственный // Материалы международной научно-технической конференции «Системы безопасности». – 2023. – № 32. – С. 119–126.

94. Эконометрика: краткий курс лекций для обучающихся направления подготовки «Менеджмент» / Сост.: В. А. Шибайкин; ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2016. – 60 с. – Текст : непосредственный.

95. Якуш, С. Е. Анализ пожарных рисков. Часть I: Подходы и методы / С. Е. Якуш, Р. К. Эсманский. – Текст : непосредственный // Проблемы анализа риска. – 2009. – Т. 6. – № 3. – С. 8–27.

96. Brushlinsky, N. N. World Fire Statistics. Report № 25 / N. N. Brushlinsky, M. Ahrens, S. V. Sokolov, P. Wagner. – Moscow: Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, 2020. – 67 p.

97. Brushlinsky, N. N. World statistics of fires. CTIF Fire Statistics Center. Report No. 26 / N. N. Brushlinsky, M. Ahrens, S. V. Sokolov, P. Wagner. – Moscow: State Fire Academy of EMERCOM of Russia Publ., 2021. – 66 p.

98. Brushlinsky, N. N. World statistics of fires. CTIF Fire Statistics Center. Report No. 27 / N. N. Brushlinsky, M. Ahrens, S. V. Sokolov, P. Wagner. – Moscow: State Fire Academy of EMERCOM of Russia Publ., 2022. – 65 p.
99. Center for Fire Statistics of CTIF. Report No. 28. – Moscow, State Fire Academy of EMERCOM of Russia Publ., 2023. – 144 p. Available at: https://www.ctif.org/sites/default/files/2023-06/CTIF_Report28-ESG.pdf (accessed June 1, 2023).
100. Hall, J. R. (2008). Fire Risk Analysis / J. R. Hall, J. M. Watts // Fire Protection Handbook, Cote, A. E. (ed.), NFPA, Ch. 8, 2008. – Pp. 135–143.
101. Hurley, M. J. Fire Hazard Analysis Techniques / M. J. Hurley, R. W. Bukowski. In: Fire Protection Handbook. Cote, A. E. (ed.). – NFPA, Ch. 7, 2008. – Pp. 121134.
102. Marhavidas, P. K. Risk-Acceptance Criteria in Occupational Health and Safety Risk-Assessment—The State-of-the-Art through a Systematic Literature Review / P. K. Marhavidas, D. E. Koulouriotis // Safety. – 2021. – Vol. 7(4). – P. 77. – <https://doi.org/10.3390/safety7040077>.
103. Meacham, B. J. Understanding Risk: Quantification, Perceptions, and Characterization / B. J. Meacham // Journal of Fire Protection Engineering. – 2004. – Vol. 14. – Pp. 199–227.
104. NFPA 551. Guide for the Evaluation of Fire Risk Assessments. – National Fire Protection Association, 2007.
105. Rasbash, D. Evaluation of Fire Safety / D. Rasbash, G. Ramachandran, B. Kandola, J. Watts, M. Law. – N.Y.: J. Wiley & Sons, 2004.
106. Yong Bai, Wei-Liang Jin, Chapter 38 – Risk Assessment Methodology, Marine Structural Design (Second Edition), Butterworth-Heinemann, 2016. – Pp. 709–723. – <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-099997-5.00038-1>.
107. Yung, D. Principles of Fire Risk Assessment in Buildings / D. Yung. – N.Y.: J. Wiley & Sons, 2008.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Обязательное)

Статистические данные о состоянии пожарной обстановки Вьетнама

Таблица А.1 – Основные показатели, определяющие пожарные риски во Вьетнаме за период 2013–2022 гг.

№ п/п	АТЕ	Годы									
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Численность населения (млн чел.)											
1	Ан Зянг	2,05	2,02	2,00	1,98	1,95	1,93	1,91	1,90	1,86	1,86
2	Ба Риа Вунг Тау	1,05	1,06	1,07	1,09	1,10	1,11	1,15	1,14	1,18	1,18
3	Бак Зянг	1,61	1,62	1,64	1,67	1,69	1,72	1,75	1,77	1,86	1,86
4	Бак Кан	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,37	0,36	0,32	0,37
5	Бак Льеу	0,87	0,88	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	0,90	0,92	0,92
6	Бак Нинь	1,11	1,13	1,15	1,29	1,32	1,37	1,35	1,37	1,39	1,39
7	Бен Че	1,26	1,26	1,26	1,27	1,27	1,27	1,28	1,28	1,30	1,30
8	Бинь Динь	1,51	1,51	1,52	1,52	1,52	1,51	1,51	1,51	1,49	1,49
9	Бинь Зыонг	1,80	1,87	1,95	2,04	2,12	2,21	2,62	2,66	2,68	2,83
10	Бинь Фьюк	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,02	1,02
11	Бинь Тхуан	1,20	1,21	1,22	1,22	1,22	1,23	1,23	1,24	1,24	1,24
12	Ка Мау	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,21	1,21	1,21	1,19	1,19
13	Кан Тхо	1,23	1,24	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,26	1,24	1,24
14	Као Банг	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54
15	Да Нанг	0,99	1,01	1,03	1,05	1,07	1,09	1,11	1,13	1,19	1,19
16	Дак Нонг	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,66	0,65	0,65	0,66
17	Дак Лак	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,88	1,90	1,93
18	Дьен Бьен	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,60	0,62

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
19	Донг Най	2,77	2,84	2,91	2,95	3,00	3,05	3,09	3,14	3,24	3,24
20	Донг Тхап	1,68	1,68	1,68	1,68	1,67	1,66	1,59	1,60	1,63	1,64
21	За Лай	1,36	1,38	1,40	1,42	1,44	1,46	1,48	1,50	1,57	1,57
22	Ха Зянг	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,85	0,86	0,88	0,88
23	Ха Нам	0,80	0,80	0,80	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84	0,87	0,87
24	Ха Ной	6,98	7,10	7,22	7,36	7,51	7,65	8,20	8,24	8,42	8,56
25	Ха Тинь	1,25	1,26	1,26	1,27	1,27	1,28	1,28	1,29	1,30	1,30
26	Хай Зьонг	1,75	1,76	1,77	1,79	1,81	1,83	1,85	1,86	1,93	1,93
27	Хай Фонг	1,93	1,95	1,97	1,98	2,00	2,01	2,02	2,04	2,07	2,07
28	Хау Зянг	0,77	0,77	0,77	0,77	0,76	0,76	0,75	0,75	0,73	0,73
29	Хоа Бинь	0,87	0,89	0,89	0,89	0,90	0,94	0,95	0,95	0,98	0,98
30	Хынг Иен	1,15	1,16	1,16	1,18	1,19	1,20	1,22	1,23	1,28	1,28
31	Кхань Хоа	1,19	1,20	1,21	1,21	1,22	1,22	1,23	1,23	1,25	1,25
32	Кйен Зянг	1,73	1,75	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,75	1,73	1,73
33	Кон Тум	0,47	0,48	0,50	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,57
34	Лай Чау	0,41	0,42	0,43	0,43	0,44	0,45	0,42	0,43	0,44	0,44
35	Лам Донг	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	1,30	1,30	1,31	1,32	1,32
36	Ланг Сон	0,75	0,75	0,76	0,76	0,77	0,77	0,77	0,78	0,79	0,79
37	Лао Кай	0,66	0,67	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,73
38	Лонг Ан	1,47	1,48	1,48	1,51	1,54	1,57	1,59	1,62	1,65	1,65
39	Нам Динь	1,84	1,85	1,85	1,84	1,84	1,83	1,82	1,82	1,77	1,77

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
40	Нге Ан	3,41	3,44	3,46	3,45	3,46	3,49	3,53	3,61	3,62	3,61
41	Нинь Бинь	0,93	0,94	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	1,00	1,00
42	Нинь Тхуан	0,58	0,59	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
43	Фу Тхо	1,35	1,36	1,37	1,38	1,40	1,41	1,43	1,44	1,50	1,50
44	Фу Иен	0,88	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88
45	Куанг Бинь	0,86	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,89	0,89	0,91	0,91
46	Куанг Нам	1,46	1,47	1,48	1,49	1,49	1,49	1,50	1,50	1,51	1,51
47	Куанг Нгай	1,24	1,24	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,23	1,23
48	Куанг Нинь	1,19	1,20	1,21	1,23	1,25	1,26	1,28	1,30	1,31	1,32
49	Куанг Чи	0,61	0,62	0,62	0,62	0,63	0,63	0,72	0,73	0,74	0,74
50	Сок Чанг	1,30	1,31	1,31	1,30	1,29	1,27	1,26	1,25	1,18	1,18
51	Сон Ла	1,15	1,17	1,18	1,20	1,21	1,22	1,24	1,25	1,29	1,29
52	Тай Нинь	1,10	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,19	1,19
53	Тхай Бинь	1,79	1,79	1,79	1,80	1,81	1,82	1,82	1,83	1,88	1,88
54	Тхай Нгуен	1,16	1,17	1,19	1,21	1,22	1,24	1,54	1,55	1,54	1,54
55	Тхань Хоа	3,48	3,50	3,51	3,54	3,56	3,58	3,60	3,62	3,69	3,69
56	Тьен Зянг	1,70	1,72	1,73	1,74	1,74	1,75	1,76	1,77	1,78	1,78
57	Хо Ши Мин	7,82	7,98	8,15	8,31	8,47	8,62	8,78	8,94	9,41	9,42
58	Ча Винь	1,02	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,01	1,01
59	Тхыа Тхьен Хуэ	1,12	1,13	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,14	1,14
60	Туйен Куанг	0,75	0,75	0,76	0,77	0,77	0,78	0,78	0,79	0,80	0,80

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
61	Винь Лонг	1,04	1,04	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,02	1,02
62	Винь Фук	1,03	1,04	1,05	1,07	1,09	1,10	1,21	1,20	1,22	1,21
63	Иен Бай	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,84	0,84
Итого		90,31	91,22	92,14	93,05	93,87	94,78	96,79	97,49	98,97	99,40
Число погибших при пожарах (чел.)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Ан Зянг	1	3	0	2	0	1	0	5	1	4
2	Ба Риа Вунг Тау	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0
3	Бак Зянг	0	0	1	3	0	1	1	1	1	1
4	Бак Кан	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0
5	Бак Льеу	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
6	Бак Нинь	1	1	3	0	0	1	3	1	1	1
7	Бен Че	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0
8	Бинь Динь	0	1	2	3	0	0	0	3	0	0
9	Бинь Зыонг	0	2	1	2	9	8	1	0	0	21
10	Бинь Фыюк	2	2	0	1	4	6	1	1	0	2
11	Бинь Тхуан	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
12	Ка Мау	0	1	1	6	0	0	1	1	0	1
13	Кан Тхо	0	4	0	0	0	1	0	0	0	3
14	Као Банг	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
15	Да Нанг	0	0	0	1	4	0	1	0	1	0

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	Дак Нонг	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
17	Дак Лак	1	2	2	2	1	2	1	1	2	6
18	Дьен Бьен	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
19	Донг Най	1	5	1	5	2	0	6	3	0	3
20	Донг Тхап	0	1	1	0	1	0	1	1	3	3
21	За Лай	0	0	0	2	0	3	3	1	0	3
22	Ха Зянг	1	0	0	0	0	0	2	1	1	2
23	Ха Нам	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
24	Ха Ной	12	18	8	24	20	11	19	6	13	22
25	Ха Тинь	0	1	0	1	0	0	1	3	2	0
26	Хай Зьонг	0	0	1	0	1	0	2	1	1	1
27	Хай Фонг	0	0	7	3	1	2	2	1	1	2
28	Хау Зянг	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0
29	Хоа Бинь	0	0	1	0	0	0	2	0	3	1
30	Хьнг Иен	1	0	2	0	1	1	1	0	2	0
31	Кхань Хоа	1	1	0	1	3	0	1	0	1	0
32	Кйен Зянг	3	2	1	0	4	2	1	2	4	2
33	Кон Тум	2	1	0	0	0	0	1	0	2	0
34	Лай Чау	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0
35	Лам Донг	1	0	0	2	7	5	1	1	0	0
36	Ланг Сон	0	2	0	0	0	1	0	0	0	2

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
37	Лао Кай	0	1	1	2	0	0	0	0	2	2
38	Лонг Ан	0	0	1	0	0	0	0	1	3	1
39	Нам Динь	1	1	1	2	1	4	0	0	1	0
40	Нге Ан	2	5	0	2	0	0	0	1	7	5
41	Нинь Бинь	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
42	Нинь Тхуан	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
43	Фу Тхо	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
44	Фу Иен	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
45	Куанг Бинь	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0
46	Куанг Нам	0	1	3	1	0	1	1	4	2	0
47	Куанг Нгай	0	1	0	4	0	1	2	0	4	1
48	Куанг Нинь	9	1	0	1	1	5	0	0	1	1
49	Куанг Чи	0	0	1	1	2	0	0	0	4	0
50	Сок Чанг	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
51	Сон Ла	0	0	3	0	3	0	1	0	0	1
52	Тай Нинь	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
53	Тхай Бинь	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1
54	Тхай Нгуен	0	2	0	0	0	0	1	4	0	1
55	Тхань Хоа	0	2	0	0	1	1	0	3	1	4
56	Тьен Зянг	1	1	1	0	1	0	1	2	0	1
57	Хо Ши Мин	13	18	5	16	25	30	8	12	6	5

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
58	Ча Винь	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
59	Тхыа Тхьен Хуэ	0	0	1	0	0	1	5	1	1	0
60	Туйен Куанг	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
61	Винь Лонг	0	1	5	0	1	1	0	0	1	2
62	Винь Фук	0	0	0	0	0	1	3	3	1	1
63	Иен Бай	1	2	2	4	0	2	1	2	1	1
Итого		60	90	62	98	99	97	85	75	85	112
Число травмированных при пожарах (чел.)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Ан Зянг	5	7	3	1	2	0	0	1	1	2
2	Ба Риа Вунг Тау	0	0	2	1	4	0	2	0	1	1
3	Бак Зянг	0	4	4	2	2	4	2	2	1	1
4	Бак Кан	0	2	0	4	2	0	0	0	1	0
5	Бак Льеу	2	3	0	0	3	0	1	1	1	0
6	Бак Нинь	34	1	4	0	3	0	0	3	1	0
7	Бен Че	0	1	0	0	1	1	2	0	1	0
8	Бинь Динь	2	0	1	0	1	0	1	1	1	1
9	Бинь Зьонг	0	1	0	2	7	15	13	2	3	8
10	Бинь Фьок	4	0	2	0	0	7	0	1	5	3
11	Бинь Тхуан	3	1	4	3	5	0	1	1	1	0
12	Ка Мау	2	0	0	1	0	2	2	0	1	0

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	Кан Тхо	2	2	0	0	1	0	3	4	1	1
14	Као Банг	0	0	2	0	0	0	2	0	1	0
15	Да Нанг	1	14	3	7	1	0	2	2	1	3
16	Дак Нонг	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0
17	Дак Лак	1	1	2	1	1	1	2	0	1	1
18	Дьен Бьен	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0
19	Донг Най	5	0	0	2	0	5	4	1	1	0
20	Донг Тхап	0	2	0	2	0	1	3	0	2	5
21	За Лай	1	6	5	0	3	1	1	2	1	5
22	Ха Зянг	6	0	0	0	0	4	2	3	1	0
23	Ха Нам	3	0	1	0	1	1	1	4	1	1
24	Ха Ной	26	15	21	29	8	25	39	16	15	13
25	Ха Тинь	3	2	2	1	0	0	0	4	1	1
26	Хай Зьонг	0	1	2	3	3	0	6	3	1	0
27	Хай Фонг	0	4	11	6	6	7	4	8	7	0
28	Хау Зянг	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3
29	Хоа Бинь	12	0	6	0	1	8	0	1	5	0
30	Хынг Иен	3	3	7	3	4	0	1	0	1	3
31	Кхань Хоа	1	1	4	2	5	0	1	5	1	3
32	Кйен Зянг	9	0	3	4	0	0	0	8	1	1
33	Кон Тум	0	5	0	1	0	0	0	3	2	0

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
34	Лай Чау	0	0	0	1	5	1	0	0	3	0
35	Лам Донг	2	2	3	11	3	1	2	3	1	0
36	Ланг Сон	2	1	4	0	1	1	0	2	1	5
37	Лао Кай	0	1	3	0	11	0	1	0	2	3
38	Лонг Ан	0	1	0	0	0	0	2	0	1	2
39	Нам Динь	0	0	14	0	8	5	2	1	1	0
40	Нге Ан	13	4	1	3	0	0	3	2	1	0
41	Нинь Бинь	1	0	0	2	1	3	2	0	1	0
42	Нинь Тхуан	0	0	1	2	4	0	2	0	1	0
43	Фу Тхо	1	0	1	0	3	2	1	2	1	3
44	Фу Иен	1	3	1	3	0	0	2	0	1	0
45	Куанг Бинь	3	2	1	0	1	0	1	0	1	0
46	Куанг Нам	0	3	6	4	4	0	2	0	1	3
47	Куанг Нгай	0	0	0	11	0	1	3	2	1	0
48	Куанг Нинь	6	1	5	9	0	10	10	2	1	0
49	Куанг Чи	0	0	1	1	6	3	2	0	3	2
50	Сок Чанг	3	0	0	2	0	0	2	0	1	0
51	Сон Ла	0	0	1	0	0	1	3	0	3	2
52	Тай Нинь	0	2	0	1	2	2	1	1	1	0
53	Тхай Бинь	1	4	2	3	1	5	2	0	1	0
54	Тхай Нгуен	0	0	0	4	2	0	1	3	6	0

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
55	Тхань Хоа	2	3	83	8	0	2	0	10	2	3
56	Тьен Зянг	2	4	5	0	0	0	2	1	1	0
57	Хо Ши Мин	28	25	37	32	57	84	30	25	21	13
58	Ча Винь	0	0	1	1	1	0	2	0	1	0
59	Тхыа Тхьен Хуэ	0	0	1	0	4	0	2	0	1	0
60	Туйен Куанг	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
61	Винь Лонг	0	1	0	0	2	1	0	3	1	1
62	Винь Фук	4	5	0	5	1	5	0	3	2	1
63	Иен Бай	4	5	3	2	1	2	0	4	1	2
Итого		199	143	264	180	182	211	177	144	130	96
Прямой ущерб в результате пожаров (млрд донг.)											
1	Ан Зянг	28,70	12,71	7,58	3,70	10,63	6,69	6,87	40,73	9,71	9,53
2	Ба Риа Вунг Тау	0,82	28,92	0,53	2,76	0,13	0,01	0,03	0,05	9,60	10,03
3	Бак Зянг	171,21	17,09	17,43	10,18	25,13	10,33	7,60	33,73	4,40	1,60
4	Бак Кан	0,88	0,32	1,24	2,64	0,78	1,76	0,41	0,98	0,37	2,13
5	Бак Льеу	1,03	1,28	0,90	1,82	6,70	0,26	1,45	25,34	5,01	0,10
6	Бак Нинь	20,12	197,88	358,45	0,01	0,55	0,02	7,84	6,23	0,02	33,00
7	Бен Че	4,89	2,90	107,00	1,56	3,37	2,55	21,17	9,96	7,86	0,91
8	Бинь Динь	15,16	27,78	10,79	5,49	59,02	11,68	33,93	27,62	32,53	6,16
9	Бинь Зьонг	33,56	58,46	17,64	1,07	178,67	3,54	51,91	22,00	69,70	41,94
10	Бинь Фьок	12,41	8,82	0,80	11,05	5,76	13,94	11,84	27,94	21,50	4,77

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	Бинь Тхуан	10,31	8,82	0,95	0,63	9,67	8,18	2,06	85,94	4,01	3,94
12	Ка Мау	18,00	27,78	10,44	6,35	5,06	20,83	3,35	6,98	0,42	3,63
13	Кан Тхо	3,00	2,69	0,99	0,00	0,60	1,83	1,92	8,86	5,71	1,27
14	Као Банг	0,95	1,91	1,89	0,07	1,18	2,02	6,01	5,88	1,10	2,35
15	Да Нанг	0,74	0,67	42,92	0,22	1,67	0,24	13,34	21,80	12,16	0,29
16	Дак Нонг	7,37	26,57	5,61	1,11	6,45	4,56	16,25	2,27	6,97	3,35
17	Дак Лак	14,87	2,06	17,60	4,52	2,05	3,90	1,91	6,18	3,42	14,60
18	Дьен Бьен	0,99	1,60	1,28	0,32	1,01	2,35	3,62	3,34	7,06	4,95
19	Донг Най	22,16	29,95	14,87	0,04	0,07	9,08	0,28	56,60	12,20	1,50
20	Донг Тхап	9,70	7,96	14,70	1,97	4,38	6,66	13,47	3,36	0,64	8,27
21	За Лай	8,00	1,81	7,79	1,40	10,63	6,96	16,00	26,88	10,46	2,05
22	Ха Зянг	8,04	5,06	9,93	6,44	1,73	4,56	9,02	8,92	7,45	12,45
23	Ха Нам	4,28	6,24	3,82	0,01	0,91	3,20	3,35	4,20	10,36	10,20
24	Ха Ной	42,38	188,35	28,25	275,22	249,44	338,06	167,24	8,35	126,44	18,80
25	Ха Тинь	19,09	11,95	9,16	63,11	2,86	2,55	13,99	10,30	1,32	2,10
26	Хай Зьонг	498,56	14,51	18,96	0,51	3,96	1,93	70,16	14,57	4,35	1,10
27	Хай Фонг	6,26	0,71	6,49	0,44	6,84	10,68	122,58	12,00	6,00	10,00
28	Хау Зянг	5,33	0,63	2,52	0,21	0,06	0,85	0,44	0,85	1,16	1,40
29	Хоа Бинь	3,13	5,04	1,74	0,04	0,56	23,66	1,16	0,67	15,32	3,83
30	Хьнг Иен	10,33	99,65	10,98	0,73	21,09	1,16	2,31	1,05	0,20	2,07
31	Кхань Хоа	8,93	15,08	11,78	2,14	1,76	6,84	21,15	40,77	8,78	0,54

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
32	Кйен Зянг	11,63	7,14	8,11	3,16	33,48	3,66	25,26	32,13	5,79	1,87
33	Кон Тум	1,18	9,79	2,25	0,23	2,65	2,62	1,79	0,63	1,04	3,88
34	Лай Чау	0,80	0,99	2,42	0,11	6,97	4,99	4,32	4,08	1,59	3,96
35	Лам Донг	5,00	2,60	3,68	6,01	5,27	19,90	2,51	6,36	4,65	2,49
36	Ланг Сон	1,20	2,18	2,37	1,00	36,99	2,83	3,50	1,24	1,53	2,82
37	Лао Кай	2,46	8,90	1,97	0,36	2,97	1,97	3,23	4,40	3,36	1,08
38	Лонг Ан	255,07	112,98	54,37	5,60	11,51	1,30	18,70	26,34	8,43	12,20
39	Нам Динь	17,81	1,93	0,57	0,07	3,87	10,62	30,87	0,34	50,07	20,01
40	Нге Ан	4,89	14,99	3,70	3,89	11,18	7,46	9,91	7,92	55,35	6,53
41	Нинь Бинь	0,42	1,30	0,55	0,44	0,17	5,36	0,18	0,75	10,40	40,04
42	Нинь Тхуан	0,82	2,35	4,10	0,04	3,81	1,69	6,92	6,11	0,60	0,67
43	Фу Тхо	5,65	8,78	16,36	0,91	2,12	1,67	0,95	2,79	9,23	1,67
44	Фу Иен	5,36	2,79	1,85	2,40	6,14	2,82	6,43	1,04	14,15	6,65
45	Куанг Бинь	21,48	5,21	27,78	0,69	5,42	102,91	11,69	7,29	8,27	2,84
46	Куанг Нам	9,95	14,18	10,16	4,90	3,53	9,72	6,21	27,38	9,30	21,78
47	Куанг Нгай	3,07	6,97	4,05	7,57	16,04	10,21	9,15	35,80	13,99	7,23
48	Куанг Нинь	8,95	16,30	4,77	18,01	7,60	383,21	16,91	25,59	17,21	2,92
49	Куанг Чи	19,91	8,62	10,40	0,52	5,27	4,76	23,96	5,22	20,62	8,19
50	Сок Чанг	3,86	5,75	0,76	2,79	3,34	4,39	6,76	6,08	8,06	5,80
51	Сон Ла	2,04	1,20	3,76	0,02	4,41	2,33	0,92	1,88	1,60	1,07
52	Тай Нинь	9,81	35,39	25,37	0,02	1,19	11,56	45,37	7,93	4,43	3,45

Окончание таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
53	Тхай Бинь	15,06	6,74	2,08	0,17	0,29	0,37	10,10	1,48	0,13	100,04
54	Тхай Нгуен	7,83	10,98	6,03	1,30	41,77	9,30	12,35	43,42	4,80	10,99
55	Тхань Хоа	8,51	11,57	3,95	2,24	15,24	2,58	9,99	21,74	140,29	1,21
56	Тъен Зянг	26,10	12,35	9,56	15,48	11,22	226,36	16,13	72,60	6,90	34,79
57	Хо Ши Мин	95,94	100,87	398,58	42,28	127,55	11,18	21,47	79,52	59,55	139,20
58	Ча Винь	7,41	1,85	1,32	0,25	0,97	1,61	0,66	5,14	1,80	0,25
59	Тхыа Тхьен Хуэ	6,36	8,53	29,02	1,86	2,99	3,01	2,66	2,47	12,61	41,95
60	Туйен Куанг	0,27	0,42	0,08	0,01	0,84	1,23	0,07	0,30	10,76	2,26
61	Винь Лонг	9,37	9,45	7,69	0,14	1,18	8,00	1,26	0,02	6,28	0,49
62	Винь Фук	16,21	39,35	16,44	3,14	23,96	1,94	9,19	38,87	5,48	2,01
63	Иен Бай	4,01	4,26	2,54	1,61	5,12	4,44	3,86	2,49	3,57	3,71
Итого		1579,61	1291,89	1411,62	532,97	1027,72	1376,87	955,89	1003,64	908,05	712,91

Таблица А.2 – Возможные факторы, влияющие на пожарные риски во Вьетнаме за период 2019–2022 гг.

№ п/п	АТЕ	Возможные факторы, влияющие на пожарные риски во Вьетнаме																			
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
2019 г.																					
1	АнЗянг	1316	7262	104	212	0,12	0	18	425	17	141	282	32	30	35	831	61	9,49	47	1,06	1,51
2	БаРиаВунгТау	1940	5687	58	140	0,31	0	46	11	20	109	326	44	49	21	1241	30	6,60	18	0,39	2,37
3	БакЗянг	3251	18630	16	171	2,34	88	26	47	69	16	154	70	28	18	1608	156	8,33	47	1,50	1,48
4	БакКан	334	2580	6	452	0,12	48	38	106	171	23	67	53	40	3	123	55	4,75	48	1,03	2,08
5	БакЛьеу	519	1256	78	122	0,14	4	42	1657	19	59	230	24	35	22	39	27	8,07	32	1,60	1,71
6	БакНинь	1704	13381	70	630	47,75	1398	56	343	315	95	146	60	55	10	2095	167	8,25	33	2,83	2,90
7	БенЧе	1161	11105	47	80	0,29	2	9	891	37	439	115	41	102	26	282	64	7,28	30	2,59	4,76
8	БиньДинь	1014	7585	973	115	4,43	323	29	445	20	401	159	34	73	23	666	161	10,05	34	2,53	3,90
9	БиньЗыонг	10696	21055	1025	883	33,46	472	42	35	329	94	274	161	144	32	6030	97	12,99	26	3,07	6,79
10	БиньФьюк	1432	8369	455	204	1,98	33	22	9	27	9	122	35	66	7	260	59	13,35	38	2,26	3,56
11	БиньТхуан	1863	3268	759	106	0,43	18	35	35	35	299	107	23	69	23	613	168	12,22	45	2,25	3,34
12	КаМау	1280	6884	9	135	0,35	23	28	16	16	349	82	29	79	39	162	276	5,86	40	0,41	3,90
13	КанТхо	2194	7966	3	314	0,47	20	30	31784	167	124	579	54	102	35	1192	138	5,92	19	0,80	4,67
14	КаоБанг	546	4274	10	113	0,05	17	27	5	23	81	36	20	64	3	347	40	7,94	63	1,82	3,07
15	ДаНанг	2937	5659	851	439	1,58	82	57	248	297	76	424	86	100	19	1317	589	10,22	32	1,23	4,98
16	ДакНонг	1938	8574	211	77	0,14	4	19	14	13	8	145	23	35	14	309	50	10,37	30	1,32	1,88
17	ДакЛак	156	5537	2	240	0,48	5	53	639	11	29	229	36	87	7	229	120	5,86	38	0,52	0,51
18	ДьенБьен	1438	3170	106	102	0,10	0	15	16	35	4	135	19	43	12	418	58	8,16	24	1,35	2,10
19	ДонгНай	6625	18913	31	298	10,22	176	21	127	81	125	389	26	28	35	3670	97	7,10	29	1,55	1,46
20	ДонгТхап	1539	3255	63	245	0,11	19	24	2253	26	94	138	26	77	53	128	72	6,08	30	0,64	3,66

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
21	ЗаЛай	2748	6381	276	188	0,66	12	37	174	12	210	154	34	72	15	382	126	10,62	61	1,92	3,83
22	ХаЗянг	675	3684	446	249	0,59	1	41	9	2	7	71	39	68	14	52	104	9,44	56	0,71	3,35
23	ХаНам	781	2325	24	85	1,11	36	13	1897	2	20	70	25	80	7	155	26	8,71	27	0,98	3,92
24	ХаНой	2692	99972	674	1718	52,12	3914	50	194	870	70	1329	198	99	174	9009	899	8,92	17	0,58	7,43
25	ХаГинь	115	7151	49	207	2,03	19	23	15568	15	290	119	31	86	10	1438	259	5,47	33	2,00	4,20
26	ХайЗьонг	453	14803	212	157	14,99	527	28	234	19	15	142	51	44	11	1461	65	12,84	24	0,93	2,13
27	ХайФонг	1314	10455	2645	201	7,73	518	53	221	39	105	479	113	103	19	3266	247	12,03	27	1,40	4,97
28	ХауЗянг	350	3890	5	239	0,11	8	29	26	142	30	69	10	75	6	288	32	4,17	57	0,44	3,87
29	ХоаБинь	1523	5342	153	980	4,56	127	68	201	459	19	59	26	104	8	849	44	7,20	45	0,42	5,21
30	ХьнгИен	3815	5452	14	116	4,62	200	40	84	7	76	175	16	37	5	1124	30	3,82	24	0,59	1,96
31	КханьХоа	1975	5732	1746	97	1,18	69	25	66	18	53	155	86	88	25	706	189	9,99	24	2,90	4,06
32	КйенЗянг	1059	6384	6	223	0,13	3	49	1988	9	113	171	31	77	28	1115	86	12,07	31	0,61	3,77
33	КонТум	612	2139	8	183	0,22	52	11	253	3	92	55	17	85	9	89	39	5,57	63	1,27	4,33
34	ЛайЧау	1100	1796	1836	398	0,16	1	46	111	123	177	80	17	108	13	42	39	3,65	50	2,48	5,13
35	ЛамДонг	2450	10481	805	88	1,23	26	14	2550	21	141	114	47	58	13	849	85	2,72	63	1,56	2,82
36	ЛангСон	883	1810	547	191	0,29	42	13	2184	71	56	107	46	90	11	96	26	3,40	56	1,16	4,71
37	ЛаоКай	1842	5768	256	256	0,26	72	63	98	25	87	126	30	86	5	198	92	4,90	54	2,01	4,66
38	ЛонгАн	1632	8325	252	116	0,71	11	27	26	8	355	87	37	80	19	2301	145	10,91	30	2,48	3,82
39	НамДинь	964	6049	112	106	4,03	158	34	163	48	349	120	76	72	12	625	148	10,95	45	2,69	3,45
40	НгеАн	1460	15147	44	171	2,39	184	65	417	22	448	240	51	82	24	717	225	7,64	39	0,69	3,73
41	НиньБинь	1450	3537	464	189	0,77	15	16	32935	99	396	111	75	98	5	495	151	10,60	23	2,85	4,44
42	НиньТхуан	886	3039	6	244	0,48	180	30	35	20	12	32	20	41	13	301	39	7,78	33	2,01	2,22
43	ФуТхо	2390	8987	3	140	0,63	4	58	8	52	309	90	39	83	8	564	152	5,28	26	0,36	4,45

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
44	ФуИен	812	4052	67	149	0,11	11	17	1063	65	303	126	40	83	9	435	62	8,54	49	2,54	4,03
45	КуангБинь	1138	3417	404	95	1,13	46	17	26910	29	1017	98	68	181	10	1285	92	8,35	51	2,49	8,91
46	КуангНам	2696	7843	113	260	5,61	79	22	534	41	72	135	109	45	3	2641	317	10,57	52	2,02	2,39
47	КуангНгай	2043	5439	34	280	0,99	66	31	152	45	49	116	65	52	14	384	179	8,30	42	2,79	2,61
48	КуангНинь	1602	8526	177	119	1,75	56	27	1133	37	102	223	128	86	23	673	105	9,93	25	2,06	5,53
49	КуангЧи	960	2218	558	405	0,23	4	31	85	193	13	108	102	102	8	121	108	12,38	30	2,08	5,25
50	СокЧанг	4473	6912	47	100	0,59	9	24	5373	20	30	198	30	89	19	203	41	5,92	50	2,89	0,59
51	СонЛа	1932	3959	5	99	0,65	61	17	153	24	19	240	9	45	13	58	64	3,69	34	0,56	2,36
52	ТайНинь	1121	4310	18	79	2,19	75	15	176	33	158	240	23	43	16	923	89	12,43	21	2,40	2,32
53	ТхайБинь	3752	12604	539	117	0,52	264	24	5933	7	16	179	93	108	2	242	58	11,89	30	2,86	0,26
54	ТхайНгуен	2620	8646	68	204	2,42	59	51	743	19	37	141	65	51	17	423	175	9,55	31	1,93	2,72
55	ТханьХоа	8057	15106	290	221	18,70	217	46	615	86	162	395	75	58	14	1223	265	11,37	59	2,23	2,96
56	ТьенЗянг	739	5206	1083	126	0,13	20	40	24	24	13	131	105	95	24	801	108	13,29	48	3,13	0,66
57	ХоШиМин	2116	65831	484	918	16,19	467	55	196	551	19	1830	195	133	98	11901	836	9,80	14	2,98	8,34
58	ЧаВинь	1295	3420	16	72	0,15	1	18	739	20	272	187	10	63	16	205	28	3,88	20	0,95	2,95
59	ТхыаТхьенХуэ	2275	5322	955	257	1,19	23	50	45	28	17	194	29	51	18	787	75	9,31	50	1,75	0,82
60	ТуйенКуанг	2096	3805	61	85	1,02	88	5	32	26	194	60	24	54	6	281	26	5,86	49	1,38	2,48
61	ВиньЛонг	1250	2781	243	107	0,35	7	13	64	5	45	183	19	44	32	1484	57	3,40	26	0,76	2,37
62	ВиньФук	11104	6943	1098	383	0,06	1072	50	146	82	28	167	128	52	10	3295	393	11,21	33	1,30	2,52
63	ИенБай	2755	2646	154	315	0,002	118	22	42	57	13	72	17	74	8	58	92	5,04	47	1,48	3,86
2020 г.																					
1	АнЗянг	1214	7420	56	219	0,18	0	19	408	16	76	279	31	31	28	866	54	9,99	48	1,00	1,54
2	БаРиаВунгТау	1940	5752	32	144	0,46	0	34	10	21	55	326	46	49	16	1241	28	6,73	18	0,41	2,45

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
3	БакЗянг	3528	19423	8	171	2,87	128	25	43	53	8	154	72	31	13	1743	137	8,33	48	1,56	1,51
4	БакКан	316	2328	3	456	0,15	68	37	99	128	11	68	55	42	2	117	50	4,80	50	1,10	2,12
5	БакЛьеу	506	1181	54	127	0,18	5	30	1623	19	31	235	22	36	15	40	23	8,49	33	1,52	1,75
6	БакНинь	1831	13703	31	650	47,75	2055	51	312	283	50	145	58	60	7	2183	172	8,59	34	2,98	3,06
7	БенЧе	1094	10678	25	80	0,40	2	7	819	34	259	115	40	101	18	271	55	7,35	30	2,76	4,96
8	БиньДинь	944	7432	477	117	5,44	432	23	440	20	208	159	32	78	17	673	175	9,94	35	2,48	3,94
9	БиньЗьонг	11211	17731	595	920	50,19	679	49	32	355	47	269	160	137	27	6088	98	13,12	26	2,80	6,94
10	БиньФьюк	1366	8805	275	206	2,25	45	20	8	24	4	119	37	71	5	260	59	13,76	38	2,35	3,56
11	БиньТхуан	1800	3553	524	106	0,67	26	26	32	39	161	107	21	71	20	613	187	12,47	46	2,17	3,48
12	КаМау	1236	6884	5	141	0,53	34	33	15	16	195	82	28	79	29	165	240	6,10	41	0,40	4,02
13	КанТхо	2169	6794	1	314	0,69	29	27	29241	153	62	574	54	99	28	1180	145	6,04	19	0,85	4,77
14	КаоБанг	527	3288	5	112	0,05	24	25	4	20	46	37	18	63	2	327	43	7,94	66	1,79	3,07
15	ДаНанг	2831	6398	512	449	2,22	118	50	243	261	38	433	85	106	14	1215	567	10,43	32	1,20	5,19
16	ДакНонг	1938	8574	112	80	0,17	5	22	12	14	4	148	25	38	13	322	47	10,48	30	1,24	1,92
17	ДакЛак	154	3763	1	240	0,60	6	48	607	10	15	229	35	86	6	231	111	5,98	39	0,51	0,52
18	ДьенБьен	1438	2988	73	102	0,13	1	12	14	27	2	134	20	41	7	444	57	8,59	24	1,32	2,08
19	ДонгНай	6706	22872	19	301	15,72	262	21	123	59	62	393	26	30	32	3426	110	7,18	30	1,46	1,44
20	ДонгТхап	1501	3564	28	248	0,20	27	20	2027	26	54	141	24	71	42	132	71	6,08	31	0,65	3,62
21	ЗаЛай	2980	4993	140	188	0,89	16	30	168	10	109	154	33	78	10	378	135	10,73	64	1,98	3,99
22	ХаЗянг	645	2861	305	249	0,74	1	40	8	2	3	71	38	71	11	52	98	9,54	57	0,67	3,53
23	ХаНам	820	1670	10	85	1,92	48	11	1878	2	11	70	26	80	6	158	24	8,80	28	0,97	4,01
24	ХаНой	2852	83630	361	1701	81,07	5166	50	180	901	36	1356	200	106	153	9274	937	8,92	17	0,61	7,75
25	ХаТинь	128	8529	27	209	2,52	26	18	14633	13	153	119	32	88	6	1495	284	5,64	34	2,10	4,24

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
26	ХайЗьонг	422	14180	97	158	20,23	732	23	219	16	8	139	53	42	8	1537	71	13,11	24	0,92	2,19
27	ХайФонг	1254	11562	1244	208	8,53	683	58	201	39	63	474	113	102	16	3169	262	12,40	28	1,39	4,97
28	ХауЗянг	350	4244	2	236	0,12	10	23	25	119	17	70	9	78	5	311	32	4,21	58	0,46	3,91
29	ХоаБинь	1487	5180	106	980	4,61	189	51	186	475	9	58	27	109	5	809	39	7,43	45	0,45	5,43
30	ХынгИен	3770	6475	14	119	7,75	296	39	79	9	38	173	13	38	2	1180	31	3,78	24	0,60	2,02
31	КханьХоа	2195	6657	766	101	1,89	95	19	61	17	31	157	86	85	19	764	161	10,09	25	2,95	4,19
32	КйенЗянг	1020	5605	5	225	0,17	4	40	1928	9	58	171	29	76	21	1062	84	12,44	32	0,63	3,85
33	КонТум	619	2350	5	181	0,37	73	10	230	2	46	54	16	85	4	83	39	5,80	65	1,31	4,33
34	ЛайЧау	1100	2110	1304	411	0,17	1	50	101	140	93	80	17	107	9	42	33	3,69	51	2,48	5,40
35	ЛамДонг	2601	8465	825	88	2,02	36	11	2346	19	76	115	46	57	8	894	74	2,77	64	1,48	2,85
36	ЛангСон	812	1914	546	189	0,49	56	11	2031	66	31	108	48	98	6	89	24	3,54	58	1,19	4,96
37	ЛаоКай	1780	6443	137	258	0,43	106	50	98	20	50	126	31	92	4	205	91	5,00	55	1,91	4,71
38	ЛонгАн	1612	11203	168	120	0,89	15	23	24	8	177	87	39	78	14	2257	155	11,02	30	2,56	3,94
39	НамДинь	964	6722	48	107	6,24	222	25	148	47	177	119	78	71	8	650	148	11,28	47	2,79	3,56
40	НгеАн	1391	11901	22	178	3,63	264	43	387	19	232	240	53	76	19	710	213	7,64	40	0,67	3,81
41	НиньБинь	1484	3835	236	197	1,42	21	15	31288	99	205	108	77	91	2	476	126	10,93	23	2,65	4,58
42	НиньТхуан	817	2812	3	254	0,60	259	28	31	22	6	32	19	46	8	310	34	7,94	33	2,01	2,22
43	ФуТхо	2599	9656	2	140	0,77	5	44	7	44	169	90	39	94	7	521	157	5,56	27	0,38	4,59
44	ФуИен	831	3356	40	155	0,12	15	18	1031	71	178	126	42	80	8	410	62	8,80	49	2,39	4,07
45	КуангБинь	1086	3812	206	96	1,18	63	17	26102	29	579	97	69	197	7	1298	96	8,70	52	2,62	9,00
46	КуангНам	2663	7921	52	271	5,98	102	25	491	31	42	135	108	47	2	2804	329	10,79	54	1,94	2,43
47	КуангНгай	2067	4972	24	280	1,30	86	30	150	48	27	116	65	55	9	407	182	8,39	43	2,96	2,61
48	КуангНинь	1565	6873	127	119	1,92	76	27	1031	35	52	225	130	85	19	633	104	10,03	25	1,92	5,65

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
49	КуангЧи	995	1891	358	418	0,35	5	25	85	152	7	105	101	108	7	114	107	12,76	31	2,14	5,36
50	СокЧанг	4581	7804	46	101	0,63	12	19	4835	16	16	200	28	87	16	196	39	6,16	52	2,86	0,60
51	СонЛа	1908	4301	7	99	0,67	90	17	142	18	9	235	9	50	9	62	56	3,72	35	0,56	2,38
52	ТайНинь	1083	3951	11	78	2,84	112	11	165	31	82	240	25	46	10	941	87	12,95	22	2,38	2,34
53	ТхайБинь	3710	12188	328	118	0,59	382	17	5458	6	9	179	92	106	1	233	50	12,38	31	2,80	0,27
54	ТхайНгуен	2588	9679	46	201	3,67	79	51	720	18	20	142	63	53	10	436	166	9,75	32	1,93	2,78
55	ТханьХоа	8843	15250	204	228	17,43	282	48	578	77	92	391	73	64	10	1186	298	11,48	60	2,21	3,09
56	ТьенЗянг	757	5394	568	129	0,17	27	38	23	21	6	131	104	107	16	818	108	13,43	49	2,92	0,68
57	ХоШиМин	2195	70590	489	937	16,03	653	49	180	515	11	1867	192	134	87	12147	819	10,20	14	3,13	8,79
58	ЧаВинь	1325	3015	17	71	0,20	1	13	731	22	157	184	11	58	10	201	26	3,96	20	0,92	2,98
59	ТхыаТхьенХуэ	2383	6363	453	265	1,29	31	39	44	27	9	194	28	55	12	812	77	9,31	52	1,74	0,87
60	ТуйенКуанг	2047	3228	28	84	1,28	118	4	31	24	102	59	24	53	2	287	25	6,10	49	1,44	2,61
61	ВиньЛонг	1138	3358	238	109	0,50	9	10	60	5	23	182	19	48	26	1606	53	3,40	26	0,70	2,42
62	ВиньФук	10487	5581	744	379	0,08	1404	48	140	85	16	165	130	53	7	3228	397	11,56	33	1,34	2,63
63	ИенБай	3065	2188	110	315	0,004	154	24	39	50	7	73	15	78	4	53	91	5,20	48	1,64	3,86
2021 г.																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	АнЗянг	2033	9235	76	214	0,13	1	15	485	34	117	279	30	30	28	875	54	9,79	50	1,04	1,59
2	БаРиаВунгТау	3395	5170	42	147	0,36	0	29	11	45	72	326	47	47	16	1204	29	6,87	18	0,39	2,52
3	БакЗянг	5392	20216	12	171	2,39	125	20	50	134	10	153	74	30	13	1726	137	8,42	49	1,43	1,54
4	БакКан	465	3309	4	461	0,11	63	32	115	304	15	68	57	43	2	118	48	4,95	52	1,08	2,23
5	БакЛьеу	784	1720	57	130	0,14	5	25	1801	47	41	235	22	35	15	37	27	8,33	33	1,51	1,75
6	БакНинь	2598	18379	51	670	39,95	2219	44	374	603	68	146	59	60	7	2095	193	8,42	35	2,86	3,12

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
7	БенЧе	1602	11959	33	78	0,37	1	5	958	75	336	114	39	100	18	271	64	7,50	30	2,65	5,01
8	БиньДинь	1628	7125	773	119	4,11	453	19	519	45	274	157	34	75	17	707	190	10,46	36	2,51	4,02
9	БиньЗыонг	15464	18396	744	920	44,45	740	42	38	769	65	269	158	141	27	6088	108	13,12	26	2,89	7,22
10	БиньФыок	2123	8892	326	213	1,84	48	16	8	55	5	122	36	71	5	242	57	13,76	39	2,35	3,78
11	БиньТхуан	2596	3921	524	106	0,56	25	23	35	71	220	105	22	70	20	566	170	12,73	48	2,25	3,59
12	КаМау	2031	5759	6	142	0,46	31	27	17	31	253	82	27	77	29	167	279	6,10	43	0,39	4,11
13	КанТхо	3292	8747	2	314	0,69	29	22	33042	331	86	574	54	93	28	1180	141	6,10	19	0,80	4,96
14	КаоБанг	753	4808	7	114	0,05	21	21	4	47	60	37	16	64	2	344	44	8,26	68	1,84	3,23
15	ДаНанг	4352	5167	595	444	1,25	126	43	289	544	49	433	84	102	14	1266	496	10,33	33	1,24	5,40
16	ДакНонг	2997	10103	143	80	0,11	5	17	13	28	5	148	24	38	13	318	43	10,80	30	1,32	2,04
17	ДакЛак	250	4300	1	237	0,55	6	41	698	22	20	227	34	91	6	224	124	5,98	39	0,52	0,55
18	ДьенБьен	2200	3445	73	102	0,07	1	10	15	64	2	135	18	41	7	431	53	8,33	25	1,37	2,15
19	ДонгНай	9938	23972	21	295	8,77	259	17	141	136	81	396	25	29	32	3356	108	7,55	31	1,53	1,53
20	ДонгТхап	2458	3632	45	245	0,12	25	17	2371	60	72	138	22	73	42	141	70	6,14	31	0,65	3,88
21	ЗаЛай	4007	7421	219	188	0,73	14	24	189	22	149	152	31	78	10	375	134	10,84	67	2,06	4,03
22	ХаЗянг	983	3612	351	257	0,52	1	35	8	4	3	71	38	70	11	48	105	9,63	59	0,70	3,60
23	ХаНам	1240	1874	17	87	1,48	43	8	2234	4	14	71	28	81	6	150	23	9,07	29	1,03	4,01
24	ХаНой	4102	112468	514	1770	65,87	5579	43	205	1802	47	1343	201	99	153	9009	965	9,19	17	0,63	7,98
25	ХаТинь	175	7495	36	216	2,07	24	14	16242	32	205	116	33	87	6	1438	253	5,59	35	2,00	4,55
26	ХайЗыонг	729	18232	159	163	17,88	688	20	256	39	11	141	51	42	8	1506	73	13,37	24	0,89	2,17
27	ХайФонг	1994	13654	1822	214	7,16	703	49	239	92	83	474	112	102	16	3073	240	12,16	29	1,32	5,29
28	ХауЗянг	504	3654	4	246	0,12	10	18	29	292	23	69	12	80	5	285	28	4,34	59	0,42	4,20
29	ХоаБинь	2386	4586	120	970	4,66	189	41	208	968	11	59	26	108	5	833	39	7,35	46	0,42	5,48

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
30	ХынгИен	5701	5725	16	119	6,11	278	34	90	18	50	175	15	39	2	1101	31	3,94	25	0,55	2,04
31	КханьХоа	2999	6348	1240	104	1,38	95	16	68	42	43	158	87	82	19	691	190	10,40	25	2,90	4,27
32	КйенЗянг	1709	8175	4	230	0,13	4	34	2159	23	81	173	29	74	21	1126	87	12,32	33	0,59	3,97
33	КонТум	1005	2429	6	181	0,29	78	8	253	6	63	54	17	88	4	84	40	5,74	66	1,35	4,37
34	ЛайЧау	1668	2447	1337	411	0,14	1	42	117	278	126	81	15	108	9	40	34	3,76	53	2,43	5,51
35	ЛамДонг	4174	8364	832	90	1,67	34	9	2721	44	106	112	52	56	8	929	74	2,86	67	1,43	2,96
36	ЛангСон	1280	1706	551	189	0,41	54	9	2396	138	42	108	47	97	6	96	29	3,47	60	1,13	5,11
37	ЛаоКай	2620	5584	198	253	0,36	96	40	117	47	69	124	32	91	4	202	86	5,20	57	2,07	4,96
38	ЛонгАн	2721	10278	176	120	0,76	14	19	28	20	233	86	38	78	14	2279	144	11,35	30	2,53	4,15
39	НамДинь	1535	6385	81	106	4,59	208	22	165	116	237	117	80	68	8	663	149	10,95	47	2,71	3,59
40	НгеАн	2199	17311	32	178	2,18	237	38	429	37	308	242	53	79	19	703	217	7,88	42	0,73	3,96
41	НиньБинь	2268	4304	376	193	1,03	21	12	34729	233	274	110	78	93	2	471	144	10,82	24	2,71	4,77
42	НиньТхуан	1379	3556	4	252	0,45	271	22	34	44	7	32	19	45	8	332	38	8,10	34	2,20	2,36
43	ФуТхо	4033	9752	2	141	0,58	5	35	8	88	224	89	37	90	7	521	166	5,50	28	0,38	4,59
44	ФуИен	1232	3683	50	152	0,08	15	15	1195	147	243	128	42	85	8	401	66	8,80	50	2,61	4,32
45	КуангБинь	1780	3201	339	96	0,97	58	13	31061	65	810	98	69	193	7	1336	95	8,61	53	2,47	9,66
46	КуангНам	4227	7688	76	268	4,48	105	20	540	76	55	136	106	49	2	2614	332	11,12	55	2,02	2,51
47	КуангНгай	2946	5853	24	280	1,17	79	25	178	106	35	116	64	55	9	403	191	8,64	44	2,88	2,80
48	КуангНинь	2339	10093	139	121	1,73	69	22	1216	75	69	220	130	83	19	693	105	10,33	25	1,94	5,88
49	КуангЧи	1601	2498	414	427	0,23	5	20	94	349	9	107	103	108	7	127	105	12,88	31	2,10	5,47
50	СокЧанг	6629	7358	51	99	0,50	12	15	5415	39	21	202	27	88	16	203	43	5,98	53	3,00	0,63
51	СонЛа	3221	4936	10	101	0,60	85	15	156	43	12	238	9	49	9	59	57	3,72	35	0,56	2,48
52	ТайНинь	1549	5388	14	81	1,88	101	9	188	70	110	235	24	44	10	941	93	12,82	22	2,52	2,37

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
53	ТхайБинь	5480	14682	452	119	0,63	366	14	6112	14	12	177	92	106	1	237	49	12,26	31	2,61	0,28
54	ТхайНгуен	4474	7518	50	210	3,29	79	44	849	41	26	141	65	56	10	423	182	10,05	33	1,86	2,78
55	ТханьХоа	13068	12804	196	230	18,16	259	42	664	180	119	391	73	63	10	1284	290	11,37	62	2,23	3,12
56	ТьенЗянг	1223	6461	803	131	0,18	25	33	26	45	8	128	106	99	16	850	104	13,56	49	2,89	0,71
57	ХоШиМин	3623	87246	509	946	11,00	607	40	212	1048	14	1830	203	142	87	12147	887	10,10	14	3,07	9,14
58	ЧаВинь	1867	3751	20	71	0,14	0	11	811	45	208	187	12	60	10	220	26	4,04	20	0,97	3,07
59	ТхыаТхьенХуэ	3711	4685	720	259	0,92	28	35	51	53	12	197	29	55	12	820	79	9,41	53	1,88	0,88
60	ТуйенКуанг	3340	3882	44	88	0,72	114	3	35	45	133	59	26	52	2	287	29	6,16	50	1,48	2,69
61	ВиньЛонг	1944	2849	258	113	0,37	8	8	68	11	31	183	18	46	26	1514	59	3,54	26	0,72	2,49
62	ВиньФук	15422	5922	726	383	0,05	1502	42	156	186	22	165	132	54	7	3430	412	11,68	34	1,32	2,77
63	ИенБай	4270	2595	128	308	0,002	143	20	45	103	9	72	15	79	4	58	89	5,30	49	1,62	4,14
2022 г.																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	АнЗянг	1289	7660	108	240	0,19	1	70	124	58	383	289	38	34	33	927	58	10,29	64	0,94	1,59
2	БаРиаВунгТау	2423	9241	76	159	0,60	0	97	20	67	357	341	43	54	19	1230	23	7,00	27	0,45	2,65
3	БакЗянг	3688	21011	24	188	2,47	76	102	60	165	44	152	72	35	15	1628	181	8,93	66	1,52	1,64
4	БакКан	372	3005	7	477	0,25	59	135	176	422	84	69	54	49	3	121	53	5,10	60	0,99	2,23
5	БакЛьеу	723	1827	71	137	0,13	9	91	1059	67	195	232	31	36	18	42	28	8,75	42	1,52	1,93
6	БакНинь	2389	19025	88	705	59,44	910	140	755	935	271	142	72	70	8	2361	204	8,76	43	3,13	3,27
7	БенЧе	1485	8971	59	86	0,58	8	25	432	103	1480	112	48	103	22	297	59	7,88	45	2,92	5,52
8	БиньДинь	1133	8506	1253	128	7,36	313	61	260	80	1200	161	39	94	20	702	175	10,56	40	2,31	4,22
9	БиньЗьонг	14179	31473	944	998	63,09	332	147	87	1135	268	277	186	156	32	4990	110	14,33	37	2,92	7,95
10	БиньФьюк	1664	8805	516	221	3,12	32	69	15	85	28	122	41	85	6	250	75	13,62	47	2,17	3,78

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
11	БиньТхуан	2118	5598	813	117	0,70	21	86	46	116	874	108	29	75	23	546	191	12,98	62	2,17	3,80
12	КаМау	1342	6952	12	152	0,74	26	104	24	53	1145	85	35	90	35	161	228	6,34	57	0,36	4,23
13	КанТхо	2320	7733	6	343	0,94	24	78	12773	446	364	568	61	96	33	1126	184	6,34	25	0,84	5,06
14	КаоБанг	687	4071	14	118	0,05	22	91	7	61	245	38	29	65	3	306	40	8,26	81	1,63	3,43
15	ДаНанг	4037	7385	810	500	2,29	77	149	48	697	227	427	100	111	17	1320	533	10,74	45	1,21	5,40
16	ДакНонг	2145	6708	250	89	0,16	7	69	37	40	27	148	25	48	15	338	50	11,56	42	1,19	2,16
17	ДакЛак	159	7902	4	253	0,64	8	159	360	30	97	224	48	98	7	232	135	6,59	42	0,49	0,60
18	ДьенБьен	1858	2592	96	112	0,13	1	45	31	78	15	132	22	47	8	469	55	8,93	30	1,48	2,34
19	ДонгНай	9051	22215	33	323	17,68	155	81	113	197	420	393	30	33	36	3530	118	7,77	36	1,47	1,58
20	ДонгТхап	2009	3258	72	275	0,22	24	72	1545	96	261	144	37	78	49	139	52	6,51	41	0,66	3,92
21	ЗаЛай	3513	8947	353	207	0,58	18	87	197	35	654	155	41	96	11	366	122	11,61	69	1,88	4,27
22	ХаЗянг	768	4150	550	264	0,57	4	130	15	9	28	71	50	75	12	47	92	10,71	70	0,71	3,77
23	ХаНам	1065	3161	29	91	2,30	58	38	1019	8	62	73	24	86	7	156	25	8,98	39	0,98	4,41
24	ХаНой	3174	88437	903	1754	90,48	3980	167	121	2642	207	1343	220	118	170	8040	947	9,37	27	0,62	8,14
25	ХаТинь	156	11287	60	223	1,92	24	55	9661	48	962	118	32	91	7	1323	307	6,10	44	2,23	4,68
26	ХайЗьонг	482	15115	284	164	19,15	623	74	227	51	46	142	56	47	9	1583	60	13,64	36	0,90	2,37
27	ХайФонг	1484	13533	3181	218	8,77	687	184	111	119	339	488	130	109	19	3298	221	12,53	36	1,33	5,49
28	ХауЗянг	374	3932	9	246	0,10	10	68	12	366	103	73	13	93	6	303	29	4,29	68	0,44	4,32
29	ХоаБинь	1949	6474	169	1032	4,80	132	183	321	1437	74	59	29	120	6	747	49	8,03	63	0,43	6,04
30	ХынгИен	4670	9613	16	135	9,95	183	137	155	27	247	176	16	49	3	1091	38	4,06	34	0,54	2,14
31	КханьХоа	2588	5918	2376	108	2,19	79	64	53	54	156	159	97	83	23	752	162	10,71	31	2,61	4,40
32	КйенЗянг	1314	10980	9	243	0,12	7	143	4257	30	397	177	38	84	24	989	112	12,44	46	0,58	3,97
33	КонТум	790	3646	9	196	0,43	46	32	212	10	300	56	23	100	5	90	51	6,09	87	1,42	4,82

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
34	ЛайЧау	1075	2628	1967	459	0,19	5	170	235	428	530	82	23	112	10	42	40	4,10	69	2,84	5,78
35	ЛамДонг	2877	13000	834	94	2,42	31	35	1179	59	400	116	55	63	9	906	81	2,86	87	1,49	3,11
36	ЛангСон	1089	2892	556	206	0,37	47	41	4737	221	189	104	47	116	7	93	27	3,61	67	1,19	5,26
37	ЛаоКай	1946	6751	341	278	0,36	86	169	99	63	268	128	31	120	5	213	68	5,30	73	1,97	5,10
38	ЛонгАн	2101	11304	224	134	1,13	15	85	22	29	1082	87	41	88	15	1933	128	11,24	40	2,26	4,35
39	НамДинь	1023	7734	131	114	7,82	206	91	92	153	1182	121	79	76	9	615	141	11,51	53	2,77	3,77
40	НгеАн	1823	17470	46	195	3,90	182	144	643	57	1338	239	54	77	22	600	174	8,03	53	0,72	4,20
41	НиньБинь	1622	5372	676	220	1,36	16	63	61708	353	1156	112	83	96	3	502	131	11,81	35	2,96	5,10
42	НиньТхуан	857	3524	11	279	0,80	168	83	68	67	43	32	27	53	9	325	35	8,59	50	2,25	2,45
43	ФуТхо	2928	9850	5	151	0,74	4	146	17	135	947	90	44	105	8	546	129	5,67	37	0,36	4,92
44	ФуИен	859	5279	67	172	0,15	13	57	379	201	1008	131	39	90	9	447	79	9,06	65	2,42	4,54
45	КуангБинь	1231	3956	579	106	1,70	63	58	10351	108	2810	99	78	234	8	1173	92	9,14	70	2,49	9,94
46	КуангНам	3728	7613	123	297	8,84	103	82	1323	100	243	133	128	57	3	2834	276	11,56	63	1,94	2,61
47	КуангНгай	2450	4454	34	303	1,03	82	112	160	132	170	125	74	56	10	357	164	8,55	59	2,65	2,85
48	КуангНинь	1864	9312	213	127	2,12	68	102	1020	98	339	223	137	89	22	640	126	10,23	34	2,00	6,23
49	КуангЧи	1020	2732	718	458	0,43	9	88	48	415	40	107	118	126	8	124	97	12,50	42	1,92	6,02
50	СокЧанг	5878	7656	56	111	0,89	12	61	7001	48	105	199	40	88	19	202	47	6,34	59	2,69	0,68
51	СонЛа	2482	6358	10	105	0,88	65	57	89	55	65	238	13	53	10	67	61	4,07	46	0,64	2,70
52	ТайНинь	1289	6880	21	84	4,46	79	42	103	91	460	236	23	58	12	888	106	13,60	27	2,30	2,54
53	ТхайБинь	3924	15932	737	124	0,69	275	56	6229	20	53	182	103	103	2	221	55	12,51	40	2,61	0,29
54	ТхайНгуен	3103	11749	76	209	4,46	72	154	1936	66	107	139	75	64	12	482	192	10,45	41	1,64	2,94
55	ТханьХоа	9336	14386	270	254	18,34	332	156	1339	245	469	404	86	68	11	1200	261	12,18	73	2,25	3,44
56	ТьенЗянг	934	8031	1158	141	0,24	26	139	35	55	46	131	118	119	18	804	88	14,52	63	2,98	0,70

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
57	ХоШиМин	2644	93594	534	1025	19,65	583	168	348	1503	62	1868	210	159	99	12883	836	10,30	17	2,86	9,23
58	ЧаВинь	1539	4527	23	79	0,23	4	44	247	66	795	187	15	61	12	214	29	4,12	30	1,00	3,16
59	ТхыаТхьенХуэ	2468	6772	1112	289	1,56	32	135	72	73	59	199	33	63	14	795	84	9,98	71	1,79	0,94
60	ТуйенКуанг	2271	4459	75	89	1,20	97	19	26	66	637	61	26	52	3	251	34	6,28	62	1,51	2,77
61	ВиньЛонг	1226	4582	273	119	0,88	10	41	172	16	131	181	25	59	29	1516	67	3,68	34	0,74	2,69
62	ВиньФук	12339	8784	976	405	0,08	1317	153	202	308	89	171	135	56	8	3499	326	12,26	49	1,44	2,82
63	ИенБай	3686	2753	184	335	0,004	163	76	34	130	45	76	26	92	5	56	106	5,25	61	1,50	4,22
Средние значения за период 2019-2022 гг.																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	АнЗянг	1463,0	7894,3	86,0	221,3	0,2	0,5	30,5	360,5	31,3	179,3	282,3	32,8	31,3	31,0	874,8	56,8	9,9	52,3	1,0	1,6
2	БаРиаВунгТау	2424,5	6462,5	52,0	147,5	0,4	0,3	51,5	13,0	38,3	148,3	329,8	45,0	49,8	18,0	1229,0	27,5	6,8	20,3	0,4	2,5
3	БакЗянг	3964,8	19820,0	15,0	175,3	2,5	104,3	43,3	50,0	105,3	19,5	153,3	72,0	31,0	14,8	1676,3	152,8	8,5	52,5	1,5	1,5
4	БакКан	371,8	2805,5	5,0	461,5	0,2	59,5	60,5	124,0	256,3	33,3	68,0	54,8	43,5	2,5	119,8	51,5	4,9	52,5	1,1	2,2
5	БакЛьеу	633,0	1496,0	65,0	129,0	0,1	5,8	47,0	1535,0	38,0	81,5	233,0	24,8	35,5	17,5	39,5	26,3	8,4	35,0	1,5	1,8
6	БакНинь	2130,5	16122,0	60,0	663,8	48,7	1645,5	72,8	446,0	534,0	121,0	144,8	62,3	61,3	8,0	2183,5	184,0	8,5	36,3	3,0	3,1
7	БенЧе	1335,5	10678,3	41,0	81,0	0,4	3,3	11,5	775,0	62,3	628,5	114,0	42,0	101,5	21,0	280,3	60,5	7,5	33,8	2,7	5,1
8	БиньДинь	1179,8	7662,0	869,0	119,8	5,3	380,3	33,0	416,0	41,3	520,8	159,0	34,8	80,0	19,3	687,0	175,3	10,3	36,3	2,5	4,0
9	БиньЗьонг	12887,5	22163,8	827,0	930,3	47,8	555,8	70,0	48,0	647,0	118,5	272,3	166,3	144,5	29,5	5799,0	103,3	13,4	28,8	2,9	7,2
10	БиньФьюк	1646,3	8717,8	393,0	211,0	2,3	39,5	31,8	10,0	47,8	11,5	121,3	37,3	73,3	5,8	253,0	62,5	13,6	40,5	2,3	3,7
11	БиньТхуан	2094,3	4085,0	655,0	108,8	0,6	22,5	42,5	37,0	65,3	388,5	106,8	23,8	71,3	21,5	584,5	179,0	12,6	50,3	2,2	3,6
12	КаМау	1472,3	6619,8	8,0	142,5	0,5	28,5	48,0	18,0	29,0	485,5	82,8	29,8	81,3	33,0	163,8	255,8	6,1	45,3	0,4	4,1
13	КанТхо	2493,8	7810,0	3,0	321,3	0,7	25,5	39,3	26710,0	274,3	159,0	573,8	55,8	97,5	31,0	1169,5	152,0	6,1	20,5	0,8	4,9
14	КаоБанг	628,3	4110,3	9,0	114,3	0,1	21,0	41,0	5,0	37,8	108,0	37,0	20,8	64,0	2,5	331,0	41,8	8,1	69,5	1,8	3,2

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
15	ДаНанг	3539,3	6152,3	692,0	458,0	1,8	100,8	74,8	207,0	449,8	97,5	429,3	88,8	104,8	16,0	1279,5	546,3	10,4	35,5	1,2	5,2
16	ДакНонг	2254,5	8489,8	179,0	81,5	0,1	5,3	31,8	19,0	23,8	11,0	147,3	24,3	39,8	13,8	321,8	47,5	10,8	33,0	1,3	2,0
17	ДакЛак	179,8	5375,5	2,0	242,5	0,6	6,3	75,3	576,0	18,3	40,3	227,3	38,3	90,5	6,5	229,0	122,5	6,1	39,5	0,5	0,5
18	ДьенБьен	1733,5	3048,8	87,0	104,5	0,1	0,6	20,5	19,0	51,0	5,8	134,0	19,8	43,0	8,5	440,5	55,8	8,5	25,8	1,4	2,2
19	ДонгНай	8080,0	21993,0	26,0	304,3	13,1	213,0	35,0	126,0	118,3	172,0	392,8	26,8	30,0	33,8	3495,5	108,3	7,4	31,5	1,5	1,5
20	ДонгТхап	1876,8	3427,3	52,0	253,3	0,2	23,8	33,3	2049,0	52,0	120,3	140,3	27,3	74,8	46,5	135,0	66,3	6,2	33,3	0,7	3,8
21	ЗаЛай	3312,0	6935,5	247,0	192,8	0,7	15,0	44,5	182,0	19,8	280,5	153,8	34,8	81,0	11,5	375,3	129,3	11,0	65,3	2,0	4,0
22	ХаЗянг	767,8	3576,8	413,0	254,8	0,6	1,8	61,5	10,0	4,3	10,3	71,0	41,3	71,0	12,0	49,8	99,8	9,8	60,5	0,7	3,6
23	ХаНам	976,5	2257,5	20,0	87,0	1,7	46,3	17,5	1757,0	4,0	26,8	71,0	25,8	81,8	6,5	154,8	24,5	8,9	30,8	1,0	4,1
24	ХаНой	3205,0	96126,8	613,0	1735,8	72,4	4659,8	77,5	175,0	1553,8	90,0	1342,8	204,8	105,5	162,5	8833,0	937,0	9,1	19,5	0,6	7,8
25	ХаТинь	143,5	8615,5	43,0	213,8	2,1	23,3	27,5	14026,0	27,0	402,5	118,0	32,0	88,0	7,3	1423,5	275,8	5,7	36,5	2,1	4,4
26	ХайЗьонг	521,5	15582,5	188,0	160,5	18,1	642,5	36,3	234,0	31,3	20,0	141,0	52,8	43,8	9,0	1521,8	67,3	13,2	27,0	0,9	2,2
27	ХайФонг	1511,5	12301,0	2223,0	210,3	8,0	647,8	86,0	193,0	72,3	147,5	478,8	117,0	104,0	17,5	3201,5	242,5	12,3	30,0	1,4	5,2
28	ХауЗянг	394,5	3930,0	5,0	241,8	0,1	9,5	34,5	23,0	229,8	43,3	70,3	11,0	81,5	5,5	296,8	30,3	4,3	60,5	0,4	4,1
29	ХоаБинь	1836,3	5395,5	137,0	990,5	4,7	159,3	85,8	229,0	834,8	28,3	58,8	27,0	110,3	6,0	809,5	42,8	7,5	49,8	0,4	5,5
30	ХынгИен	4489,0	6816,3	15,0	122,3	7,1	239,3	62,5	102,0	15,3	102,8	174,8	15,0	40,8	3,0	1124,0	32,5	3,9	26,8	0,6	2,0
31	КханьХоа	2439,3	6163,8	1532,0	102,5	1,7	84,5	31,0	62,0	32,8	70,8	157,3	89,0	84,5	21,5	728,3	175,5	10,3	26,3	2,8	4,2
32	КйенЗянг	1275,5	7786,0	6,0	230,3	0,1	4,5	66,5	2583,0	17,8	162,3	173,0	31,8	77,8	23,5	1073,0	92,3	12,3	35,5	0,6	3,9
33	КонТум	756,5	2641,0	7,0	185,3	0,3	62,3	15,3	237,0	5,3	125,3	54,8	18,3	89,5	5,5	86,5	42,3	5,8	70,3	1,3	4,5
34	ЛайЧау	1235,8	2245,3	1611,0	419,8	0,2	2,0	77,0	141,0	242,3	231,5	80,8	18,0	108,8	10,3	41,5	36,5	3,8	55,8	2,6	5,5
35	ЛамДонг	3025,5	10077,5	824,0	90,0	1,8	31,8	17,3	2199,0	35,8	180,8	114,3	50,0	58,5	9,5	894,5	78,5	2,8	70,3	1,5	2,9
36	ЛангСон	1016,0	2080,5	550,0	193,8	0,4	49,8	18,5	2837,0	124,0	79,5	106,8	47,0	100,3	7,5	93,5	26,5	3,5	60,3	1,2	5,0
37	ЛаоКай	2047,0	6136,5	233,0	261,3	0,4	90,0	80,5	103,0	38,8	118,5	126,0	31,0	97,3	4,5	204,5	84,3	5,1	59,8	2,0	4,9

Окончание таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
38	ЛонГан	2016,5	10277,5	205,0	122,5	0,9	13,8	38,5	25,0	16,3	461,8	86,8	38,8	81,0	15,5	2192,5	143,0	11,1	32,5	2,5	4,1
39	НамДинь	1121,5	6722,5	93,0	108,3	5,7	198,5	43,0	142,0	91,0	486,3	119,3	78,3	71,8	9,3	638,3	146,5	11,2	48,0	2,7	3,6
40	НгеАн	1718,3	15457,3	36,0	180,5	3,0	216,8	72,5	469,0	33,8	581,5	240,3	52,8	78,5	21,0	682,5	207,3	7,8	43,5	0,7	3,9
41	НиньБинь	1706,0	4262,0	438,0	199,8	1,1	18,3	26,5	40165,0	196,0	507,8	110,3	78,3	94,5	3,0	486,0	138,0	11,0	26,3	2,8	4,7
42	НиньТхуан	984,8	3232,8	6,0	257,3	0,6	219,5	40,8	42,0	38,3	17,0	32,0	21,3	46,3	9,5	317,0	36,5	8,1	37,5	2,1	2,3
43	ФуТхо	2987,5	9561,3	3,0	143,0	0,7	4,5	70,8	10,0	79,8	412,3	89,8	39,8	93,0	7,5	538,0	151,0	5,5	29,5	0,4	4,6
44	ФуИен	933,5	4092,5	56,0	157,0	0,1	13,5	26,8	917,0	121,0	433,0	127,8	40,8	84,5	8,5	423,3	67,3	8,8	53,3	2,5	4,2
45	КуангБинь	1308,8	3596,5	382,0	98,3	1,2	57,5	26,3	23606,0	57,8	1304,0	98,0	71,0	201,3	8,0	1273,0	93,8	8,7	56,5	2,5	9,4
46	КуангНам	3328,5	7766,3	91,0	274,0	6,2	97,3	37,3	722,0	62,0	103,0	134,8	112,8	49,5	2,5	2723,3	313,5	11,0	56,0	2,0	2,5
47	КуангНгай	2376,5	5179,5	29,0	285,8	1,1	78,3	49,5	160,0	82,8	70,3	118,3	67,0	54,5	10,5	387,8	179,0	8,5	47,0	2,8	2,7
48	КуангНинь	1842,5	8701,0	164,0	121,5	1,9	67,3	44,5	1100,0	61,3	140,5	222,8	131,3	85,8	20,8	659,8	110,0	10,1	27,3	2,0	5,8
49	КуангЧи	1144,0	2334,8	512,0	427,0	0,3	5,8	41,0	78,0	277,3	17,3	106,8	106,0	111,0	7,5	121,5	104,3	12,6	33,5	2,1	5,5
50	СокЧанг	5390,3	7432,5	50,0	102,8	0,7	11,3	29,8	5656,0	30,8	43,0	199,8	31,3	88,0	17,5	201,0	42,5	6,1	53,5	2,9	0,6
51	СонЛа	2385,8	4888,5	8,0	101,0	0,7	75,3	26,5	135,0	35,0	26,3	237,8	10,0	49,3	10,3	61,5	59,5	3,8	37,5	0,6	2,5
52	ТайНинь	1260,5	5132,3	16,0	80,5	2,8	91,8	19,3	158,0	56,3	202,5	237,8	23,8	47,8	12,0	923,3	93,8	13,0	23,0	2,4	2,4
53	ТхайБинь	4216,5	13851,5	514,0	119,5	0,6	321,8	27,8	5933,0	11,8	22,5	179,3	95,0	105,8	1,5	233,3	53,0	12,3	33,0	2,7	0,3
54	ТхайНгуен	3196,3	9398,0	60,0	206,0	3,5	72,3	75,0	1062,0	36,0	47,5	140,8	67,0	56,0	12,3	441,0	178,8	10,0	34,3	1,8	2,8
55	ТханьХоа	9826,0	14386,5	240,0	233,3	18,2	272,5	73,0	799,0	147,0	210,5	395,3	76,8	63,3	11,3	1223,3	278,5	11,6	63,5	2,2	3,2
56	ТьенЗянг	913,3	6273,0	903,0	131,8	0,2	24,5	62,5	27,0	36,3	18,3	130,3	108,3	105,0	18,5	818,3	102,0	13,7	52,3	3,0	0,7
57	ХоШиМин	2644,5	79315,3	504,0	956,5	15,7	577,5	78,0	234,0	904,3	26,5	1848,8	200,0	142,0	92,8	12269,5	844,5	10,1	14,8	3,0	8,9
58	ЧаВинь	1506,5	3678,3	19,0	73,3	0,2	1,5	21,5	632,0	38,3	358,0	186,3	12,0	60,5	12,0	210,0	27,3	4,0	22,5	1,0	3,0
59	ТхыаТхьенХуэ	2709,3	5785,5	810,0	267,5	1,2	28,5	64,8	53,0	45,3	24,3	196,0	29,8	56,0	14,0	803,5	78,8	9,5	56,5	1,8	0,9
60	ТуйенКуанг	2438,5	3843,5	52,0	86,5	1,1	104,3	7,8	31,0	40,3	266,5	59,8	25,0	52,8	3,3	276,5	28,5	6,1	52,5	1,5	2,6
61	ВиньЛонг	1389,5	3392,5	253,0	112,0	0,5	8,5	18,0	91,0	9,3	57,5	182,3	20,3	49,3	28,3	1530,0	59,0	3,5	28,0	0,7	2,5
62	ВиньФук	12338,0	6807,5	886,0	387,5	0,1	1323,8	73,3	161,0	165,3	38,8	167,0	131,3	53,8	8,0	3363,0	382,0	11,7	37,3	1,4	2,7
63	ИенБай	3444,0	2545,5	144,0	318,3	0,003	144,5	35,5	40,0	85,0	18,5	73,3	18,3	80,8	5,3	56,3	94,5	5,2	51,3	1,6	4,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(Обязательное)

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**RU2024690585**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ

Номер регистрации (свидетельства):
2024690585

Дата регистрации: 16.12.2024

Номер и дата поступления заявки:
2024689528 04.12.2024

Дата публикации и номер бюллетеня:
16.12.2024 Бюл. № 12

Контактные реквизиты:
Нет

Автор(ы):

Присяжнюк Николай Леонидович (RU),
Чыонг Ван Хынг (VN)

Правообладатель(и):

Присяжнюк Николай Леонидович (RU)

Название программы для ЭВМ:

Поддержка принятия управленческих решений по оценке уровней пожарной опасности в административно-территориальных единицах

Реферат:

Программа предназначена для поддержки управленческих решений по оценке и снижению уровней пожарной опасности в административно-территориальных единицах страны. Функциональные возможности: программа включает в себя исходные данные и функции для оценки уровней пожарной опасности и уровней пожарного риска в административно-территориальных единицах. Кроме того, программа может предоставить математические модели множественной регрессии, описывающие зависимость между пожарными рисками и факторами, которые на них влияют. На основе полученных математических моделей составляются прогнозы пожарных рисков и оптимальные решения по снижению уровней пожарной опасности в административно-территориальных единицах. Область применения: программа предлагает лицу, принимающему решение, варианты управленческих решений по оценке и снижению уровней пожарной опасности в административно-территориальных единицах страны. Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК; ОС: CentOS 7 и выше.

Язык программирования: PHP, JavaScript

Объем программы для ЭВМ: 356 МБ

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(Обязательное)

Листинг программы для ЭВМ

Class_datapccc.php

```

<?php
Class Datapccc{
    function import_to_table($table,$data,$format){
        global $wpdb;
        $table = $wpdb->prefix.$table;
        $wpdb->insert($table,$data,$format);
        return $lastid = $wpdb->insert_id;
    }

    function get_geojson(){
        global $wpdb;
        $table = $wpdb->prefix.'ndm_geojson';
        $sql = "SELECT * FROM `".$table."`";
        $re = $wpdb->get_results($sql);
        return $re;
    }

    function get_data(){
        global $wpdb;
        $table = $wpdb->prefix.'ndm_data';
        $sql = "SELECT * FROM `".$table."`;";
        $re = $wpdb->get_results($sql);
        return $re;
    }

    function get_geojson_tinh($id){
        global $wpdb;
        $table = $wpdb->prefix.'ndm_geojson';
        $sql = "SELECT * FROM `".$table."` WHERE
`id` = ".$id.";";
        $re = $wpdb->get_results($sql);
        return $re;
    }

    function get_datapccc($table){
        global $wpdb;
        $table = $wpdb->prefix.$table;
        $table_join = $wpdb->prefix.'ndm_geojson';
        $sql = "SELECT * FROM `".$table."` LEFT
JOIN `".$table_join."` ON `".$table."`.`cartodb_id`
= `".$table_join."`.`cartodb_id`";
        $re = $wpdb->get_results($sql);
        return $re;
    }

    function get_datapccc_tinh($table,$cartodb_id){
        global $wpdb;
        $table = $wpdb->prefix.$table;
        $table_join = $wpdb->prefix.'ndm_geojson';
        $sql = "SELECT * FROM `".$table."` LEFT
JOIN `".$table_join."` ON `".$table."`.`cartodb_id`
= `".$table_join."`.`cartodb_id` WHERE
`".$table_join."`.`cartodb_id` = ".$cartodb_id.";";

        $re = $wpdb->get_results($sql);
        return $re;
    }

    function get_datanhhuong($table){
        global $wpdb;
        $table = $wpdb->prefix.$table;
        $table_join = $wpdb->prefix.'ndm_geojson';
        $sql = "SELECT * FROM `".$table."` LEFT
JOIN `".$table_join."` ON `".$table."`.`cartodb_id`
= `".$table_join."`.`cartodb_id`";
        $re = $wpdb->get_results($sql);
        return $re;
    }

    function
get_datanhhuong_tinh($table,$cartodb_id){
        global $wpdb;
        $table = $wpdb->prefix.$table;
        $table_join = $wpdb->prefix.'ndm_geojson';
        $sql = "SELECT * FROM `".$table."` LEFT
JOIN `".$table_join."` ON `".$table."`.`cartodb_id`
= `".$table_join."`.`cartodb_id` WHERE
`".$table_join."`.`cartodb_id` = ".$cartodb_id.";";
        $re = $wpdb->get_results($sql);
        return $re;
    }

    function get_cotanhhuong(){
        global $wpdb;
        $table = $wpdb->prefix.'ndm_cotanhhuong';
        $sql = "SELECT * FROM `".$table."`;";
        $re = $wpdb->get_results($sql);
        return $re;
    }

    function html_show_table($title,$table){
        $list_data = $this->get_datapccc($table);
        $str = '<h3>'.$title.'</h3>';
        $str .= '<table class="table table-border"
id="table_'.$table.'">
        . '<thead>'
        . '<tr>'
        .
        '<th>No</th><th>ID</th><th>Провинция</th>';
        for($nam=2013;$nam<=2022;$nam++){
            $str .= '<th>'.$nam.'</th>';
        }
        $str .= '</tr></thead>';
        $str .= '<tbody>';
        $stt = 1;
        $tong2019 = 0;
        $tong2020 = 0;
        $tong2021 = 0;
        $tong2022 = 0;
        foreach($list_data as $data){
            $str .= '<tr>'
            . '<td>'.$stt.'</td>'
            . '<td>'.$data->cartodb_id.'</td>'
            . '<td>'.$data->name_ru.'</td>'
            . '<td>'.$data->nam2013.'</td>'
            . '<td>'.$data->nam2014.'</td>'

```

```

        . '<td>'. $data->nam2015. '</td>'
        . '<td>'. $data->nam2016. '</td>'
        . '<td>'. $data->nam2017. '</td>'
        . '<td>'. $data->nam2018. '</td>'
        . '<td>'. $data->nam2019. '</td>'
        . '<td>'. $data->nam2020. '</td>'
        . '<td>'. $data->nam2021. '</td>'
        . '<td>'. $data->nam2022. '</td>'
        . '</tr>';
    $stt++;
    $stong2019 = $stong2019 + $data->nam2019;
    $stong2020 = $stong2020 + $data->nam2020;
    $stong2021 = $stong2021 + $data->nam2021;
    $stong2022 = $stong2022 + $data->nam2022;

}
$str .= '</tbody>';
$str .= '</table>';
$str .= '<p>2019: '$stong2019. '</p>';
$str .= '<p>2020: '$stong2020. '</p>';
$str .= '<p>2021: '$stong2021. '</p>';
$str .= '<p>2022: '$stong2022. '</p>';

return $str;
}

function html_show_anhh() {
    $list_dataanhhuong = $this->get_datanhhuong('ndm_data');
    $str = '<h3>Возможные факторы, влияющие на пожарные риски в АТЕ Вьетнама</h3>';
    $str .= '<table class="table table-border" id="table_ndm_dataanhhuong">'
        . '<thead>'
        . '<tr>'
        . '<th>No</th>'
        . '<th>ID</th>'
        . '<th style="width:150px;">Провинция</th>';
    for($thutu=1;$thutu<=20;$thutu++){
        for($nam=2019;$nam<=2022;$nam++){
            $str .= '<th>X'. $thutu. ' '. $nam. '</th>';
        }
        $str .= '<th>X'. $thutu. ' CP</th>';
    }
    $str .= '</tr></thead>';
    $str .= '<tbody>';
    $stt = 1;
    foreach($list_dataanhhuong as $data) {
        $dt = (array)$data;
        $str .= '<tr>'
            . '<td>'. $stt. '</td>'
            . '<td>'. $data->cartodb_id. '</td>'
            . '<td>'. $data->name_ru. '</td>';
        for($thutu=1;$thutu<=20;$thutu++){
            for($nam=2019;$nam<=2022;$nam++){
                $str
                    . '<td>'. $dt['x'. $thutu. '_' . $nam]. '</td>';
            }
        }
        $str .= '</tr>';
        $stt++;
    }
    $str .= '</tbody>';
    $str .= '</table>';

    $list_cotanhhuong = $this->get_cotanhhuong();
    $str .= '<ul style="margin-top:30px">';
    foreach($list_cotanhhuong as $cotanhhuong) {
        $str .= '<li><span>'. $cotanhhuong->kyhieu. '</span> : '. $cotanhhuong->name. '</li>';
    }
    $str .= '</ul>';
    return $str;
}

function html_show_anhhuong() {
    $list_dataanhhuong = $this->get_datanhhuong('ndm_dataanhhuong');
    $str = '<h3>Возможные факторы, влияющие на пожарные риски во Вьетнаме</h3>';
    $str .= '<table class="table table-border" id="table_ndm_dataanhhuong">'
        . '<thead>'
        . '<tr>'
        . '<th>No</th>'
        . '<th>ID</th>'
        . '<th style="width:150px;">Провинция</th>';
    for($thutu=1;$thutu<=20;$thutu++){
        $str .= '<th>X'. $thutu. '</th>';
    }
    $str .= '</tr></thead>';
    $str .= '<tbody>';
    $stt = 1;
    foreach($list_dataanhhuong as $data) {
        $str .= '<tr>'
            . '<td>'. $stt. '</td>'
            . '<td>'. $data->cartodb_id. '</td>'
            . '<td>'. $data->name_ru. '</td>'
            . '<td>'. $data->x1. '</td>'
            . '<td>'. $data->x2. '</td>'
            . '<td>'. $data->x3. '</td>'
            . '<td>'. $data->x4. '</td>'
            . '<td>'. $data->x5. '</td>'
            . '<td>'. $data->x6. '</td>'
            . '<td>'. $data->x7. '</td>'
            . '<td>'. $data->x8. '</td>'
            . '<td>'. $data->x9. '</td>'
            . '<td>'. $data->x10. '</td>'
            . '<td>'. $data->x11. '</td>'

```

```

        . '<td>'. $data->x12. '</td>'
        . '<td>'. $data->x13. '</td>'
        . '<td>'. $data->x14. '</td>'
        . '<td>'. $data->x15. '</td>'
        . '<td>'. $data->x16. '</td>'
        . '<td>'. $data->x17. '</td>'
        . '<td>'. $data->x18. '</td>'
        . '<td>'. $data->x19. '</td>'
        . '<td>'. $data->x20. '</td>'
        . '</tr>';
    $stt++;
}
$str .= '</tbody>';
$str .= '</table>';

$list_cotanhhuong = $this->get_cotanhhuong();
$str .= '<ul style="margin-top:30px">';
foreach($list_cotanhhuong as $cotanhhuong){
    $str .= '<li><span>'. $cotanhhuong->kyhieu. '</span> : '. $cotanhhuong->name. '</li>';
}
$str .= '</ul>';
return $str;
}

function
html_show_table_tinh($title,$table,$cartodb_id){
    $list_data = $this->get_datapccc_tinh($table,$cartodb_id);
    $str = '<h3>'. $title. '</h3>';
    $str .= '<table class="table table-border" id="table_'. $table. '">';
        . '<thead>'
        . '<tr>'
        . '<th>No</th><th>ID</th><th>Провинция</th>';
    for($nam=2013;$nam<=2022;$nam++){
        $str .= '<th>'. $nam. '</th>';
    }
    $str .= '</tr></thead>';
    $str .= '<tbody>';
    $stt = 1;
    foreach($list_data as $data){
        $str .= '<tr>'
            . '<td>'. $stt. '</td>'
            . '<td>'. $data->cartodb_id. '</td>'
            . '<td>'. $data->name_ru. '</td>'
            . '<td>'. $data->x1. '</td>'
            . '<td>'. $data->x2. '</td>'
            . '<td>'. $data->x3. '</td>'
            . '<td>'. $data->x4. '</td>'
            . '<td>'. $data->x5. '</td>'
            . '<td>'. $data->x6. '</td>'
            . '<td>'. $data->x7. '</td>'
            . '<td>'. $data->x8. '</td>'
            . '<td>'. $data->x9. '</td>'
            . '<td>'. $data->x10. '</td>'
            . '<td>'. $data->x11. '</td>'
            . '<td>'. $data->x12. '</td>'
            . '<td>'. $data->x13. '</td>'
            . '<td>'. $data->x14. '</td>'
            . '<td>'. $data->x15. '</td>'
            . '<td>'. $data->x16. '</td>'
            . '<td>'. $data->x17. '</td>'
            . '<td>'. $data->x18. '</td>'
            . '<td>'. $data->x19. '</td>'
            . '<td>'. $data->x20. '</td>'
            . '</tr>';
    }
    $str .= '</tbody></table>';
}

function
html_show_anhhuong_tinh($cartodb_id){
    $list_dataanhhuong = $this->get_datanhhuong_tinh('ndm_dataanhhuong',$cartodb_id);
    $str = '<h3>Возможные факторы, влияющие на пожарные риски во Вьетнаме</h3>';
    $str .= '<table class="table table-border" id="table_ndm_dataanhhuong">';
        . '<thead>'
        . '<tr>'
        . '<th>No</th>'
        . '<th>ID</th>'
        . '<th>Провинция</th>';
    for($thutu=1;$thutu<=20;$thutu++){
        $str .= '<th>X'. $thutu. '</th>';
    }
    $str .= '</tr></thead>';
    $str .= '<tbody>';
    $stt = 1;
    foreach($list_dataanhhuong as $data){
        $str .= '<tr>'
            . '<td>'. $stt. '</td>'
            . '<td>'. $data->cartodb_id. '</td>'
            . '<td>'. $data->name_ru. '</td>'
            . '<td>'. $data->x1. '</td>'
            . '<td>'. $data->x2. '</td>'
            . '<td>'. $data->x3. '</td>'
            . '<td>'. $data->x4. '</td>'
            . '<td>'. $data->x5. '</td>'
            . '<td>'. $data->x6. '</td>'
            . '<td>'. $data->x7. '</td>'
            . '<td>'. $data->x8. '</td>'
            . '<td>'. $data->x9. '</td>'
            . '<td>'. $data->x10. '</td>'
            . '<td>'. $data->x11. '</td>'
            . '<td>'. $data->x12. '</td>'
            . '<td>'. $data->x13. '</td>'
            . '<td>'. $data->x14. '</td>'
            . '<td>'. $data->x15. '</td>'
            . '<td>'. $data->x16. '</td>'
            . '<td>'. $data->x17. '</td>'
            . '<td>'. $data->x18. '</td>'
            . '<td>'. $data->x19. '</td>'
            . '<td>'. $data->x20. '</td>'
            . '</tr>';
    }
}

```

```

        $stt++;
    }
    $str .= '</tbody>';
    $str .= '</table>';

    $list_cotanhhuong = $this-
>get_cotanhhuong();
    $str .= '<ul style="margin-top:30px">';
    foreach($list_cotanhhuong as $cotanhhuong){
        $str .= '<li><span>'. $cotanhhuong->
>kyhieu.</span> : '. $cotanhhuong->name.</li>';
    }
    $str .= '</ul>';
    return $str;
}
?>

```

ajax/datapccc_show.php

```

<?php
add_action( 'wp_ajax_nopriv_datapccc_show',
'datapccc_show' );
add_action( 'wp_ajax_datapccc_show',
'datapccc_show' );
function datapccc_show(){
    $error = '0'; $result = "";
    $class_datapccc = new Datapccc();
    $stable_danso = $class_datapccc-
>html_show_table('Данные о населении (млн.
чел.)', 'ndm_danso');
    $stable_songuoichet = $class_datapccc-
>html_show_table('Данные о числе погибших
при пожарах (чел.)', 'ndm_songuoichet');
    $stable_sobithuong = $class_datapccc-
>html_show_table('Данные о травмировании
людей при пожарах (чел.)', 'ndm_sobithuong');
    $stable_thiethaitaisan = $class_datapccc-
>html_show_table('Данные о материальном
ущербе (млн донгов)', 'ndm_thiethaitaisan');

    $html = '<h3>Основные показатели,
определяющие пожарные риски в АТЕ
Вьетнама</h3>';

    $html .= $stable_danso."<br>";
    $html .= $stable_songuoichet."<br>";
    $html .= $stable_sobithuong."<br>";
    $html .= $stable_thiethaitaisan."<br>";
    echo
    json_encode(array('ketqua'=>$result,'error'=>$error
, 'html'=>$html));
    wp_die();
}
?>

```

ajax/dataanhhuong_show.php

```

<?php
add_action( 'wp_ajax_nopriv_dataanhhuong_show',
'dataanhhuong_show' );
add_action( 'wp_ajax_dataanhhuong_show',
'dataanhhuong_show' );
function dataanhhuong_show(){
    $error = '0'; $result = "";
    $class_datapccc = new Datapccc();
    $stable_dataanhhuong = $class_datapccc-
>html_show_anhhuong();
    $html = "";

    $html .= $stable_dataanhhuong."<br>";
    echo
    json_encode(array('ketqua'=>$result,'error'=>$error
, 'html'=>$html));
    wp_die();
}
?>

```

ajax/datapccc_upo_iseppr.php

```

<?php
add_action(
'wp_ajax_nopriv_datapccc_upo_iseppr',
'datapccc_upo_iseppr' );
add_action( 'wp_ajax_datapccc_upo_iseppr',
'datapccc_upo_iseppr' );
function datapccc_upo_iseppr(){
    $error = '0'; $result = "";
    $namc = 2019;
    $namdo = 2022;
    if(isset($_POST['namc'])){if($_POST['namc'] !=
" && is_numeric($_POST['namc'])){ $namc =
$_POST['namc'];}}
    if(isset($_POST['namdo'])){if($_POST['namdo']
!= " && is_numeric($_POST['namdo'])){ $namdo =
$_POST['namdo'];}}
    $class_datapccc = new Datapccc();
    $ds_danso = $class_datapccc-
>get_datapccc('ndm_danso');
    $list_danso = array();
    foreach($ds_danso as $data){
        $ar_data = (array)$data;
        for($i = $namc; $i<=$namdo;$i++){
            $list_danso[$ar_data['cartodb_id']]['nam'. $i]
= $ar_data['nam'. $i];
        }
    }
    $ds_songuoichet = $class_datapccc-
>get_datapccc('ndm_songuoichet');
    $ds_r1 = array();
    $r1_min = 10;
    $r1_max = 0;
    foreach($ds_songuoichet as $data){
        $ar_data = (array)$data;
        $stong = 0;
        for($i = $namc; $i<=$namdo;$i++){

```

```

    $stong = $stong + $ar_data['nam'.Si] /
$list_danso[$ar_data['cartodb_id']]['nam'.Si];
}
$R1 = $stong / ($namdo - $namc + 1);
$ds_r1[$ar_data['cartodb_id']] = $R1;
if($R1 < $R1_min){$R1_min = $R1;}
if($R1 > $R1_max){$R1_max = $R1;}
}
$ds_sobithuong = $class_datapccc-
>get_datapccc('ndm_sobithuong');
$ds_r2 = array();
$R2_min = 10;
$R2_max = 0;
foreach($ds_sobithuong as $data){
    $ar_data = (array)$data;
    $stong = 0;
    for($Si = $namc; $Si<=$namdo;$Si++){
        $stong = $stong + $ar_data['nam'.Si] /
$list_danso[$ar_data['cartodb_id']]['nam'.Si];
    }
    $R2 = $stong / ($namdo - $namc + 1);
    $ds_r2[$ar_data['cartodb_id']] = $R2;
    if($R2 < $R2_min){$R2_min = $R2;}
    if($R2 > $R2_max){$R2_max = $R2;}
}
$ds_thiethaitaisan = $class_datapccc-
>get_datapccc('ndm_thiethaitaisan');
$ds_r3 = array();
$R3_min = 10;
$R3_max = 0;
foreach($ds_thiethaitaisan as $data){
    $ar_data = (array)$data;
    $stong = 0;
    for($Si = $namc; $Si<=$namdo;$Si++){
        $stong = $stong + $ar_data['nam'.Si] /
$list_danso[$ar_data['cartodb_id']]['nam'.Si];
    }
    $R3 = $stong / ($namdo - $namc + 1);
    $ds_r3[$ar_data['cartodb_id']] = $R3;
    if($R3 < $R3_min){$R3_min = $R3;}
    if($R3 > $R3_max){$R3_max = $R3;}
}
$html = '<h4>Оценка уровней пожарной
опасности АТЕ Вьетнама на основе
интегрального социально-экономического
показателя пожарного риска (ИСЭППР)</h4>';
$html .= '<table class="table table-border"
id="table_upo">'
    . '<thead>'
    . '<tr>'
    .
'<th>No</th><th>ID</th><th>Провинция</th><th>
R1*</th><th>R2*</th><th>R3*</th><th>R<sub
>CЭ</sub></th><th>УПО</th>';
$html .= '</tr></thead>';
$html .= '<tbody>';
    $stt = 1;

```

```

$list_value = array();
foreach($ds_danso as $data){
    $ar_data = (array)$data;
    $R1 = $ds_r1[$ar_data['cartodb_id']];
    $R2 = $ds_r2[$ar_data['cartodb_id']];
    $R3 = $ds_r3[$ar_data['cartodb_id']];

    $R1_chuan = ($R1 - $R1_min)/($R1_max -
$R1_min);
    $R2_chuan = ($R2 - $R2_min)/($R2_max -
$R2_min);
    $R3_chuan = ($R3 - $R3_min)/($R3_max -
$R3_min);

    $R_th = 0.5*$R1_chuan + 0.33*$R2_chuan +
0.17*$R3_chuan;
    $upo = "";
    if($R_th <= 0.25){
        $list_value[$ar_data['cartodb_id']] =
RGBtoHEX(0,255,0);
        $upo = 'Низкий УПО';
    }else{
        if($R_th <= 0.5){
            $list_value[$ar_data['cartodb_id']] =
RGBtoHEX(255,255,0);
            $upo = 'Средний УПО';
        }else{
            if($R_th <= 0.75){
                $list_value[$ar_data['cartodb_id']] =
RGBtoHEX(255,165,0);
                $upo = 'Высокий УПО';
            }else{
                $list_value[$ar_data['cartodb_id']] =
RGBtoHEX(255,0,0);
                $upo = 'Особо высокий УПО';
            }
        }
    }
}
$html .= '<tr>'
    . '<td>.$stt.</td>'
    . '<td>.$ar_data['cartodb_id'].</td>'
    . '<td>.$ar_data['name_ru'].</td>'
    . '<td>.$R1_chuan.</td>'
    . '<td>.$R2_chuan.</td>'
    . '<td>.$R3_chuan.</td>'
    . '<td>.$R_th.</td>'
    . '<td>.$upo.</td>'
    . '</tr>';
    $stt++;
}
$html .= '</tbody>';
$html .= '</table>';

$html .= '<ul style="margin-top:30px">
    <li>0.00 < R<sub>CЭ</sub> ≤ 0.25 :
Низкий УПО (зеленый)</li>

```

```

<li>0.25 < R<sub>CЭ</sub> ≤ 0.50 :
Средний УПО (желтый)</li>
<li>0.50 < R<sub>CЭ</sub> ≤ 0.75 :
Высокий УПО (оранжевый )</li>
<li>0.75 < R<sub>CЭ</sub> ≤ 1.00 : Особо
высокий УПО (красный)</li>
</ul>';

```

```

echo
json_encode(array('ketqua'=>$result,'error'=>$error
,'html'=>$html,'list_value'=>$list_value));
wp_die();
}
?>

```

ajax/showmap_danso.php

```

<?php
add_action( 'wp_ajax_nopriv_showmap_danso',
'showmap_danso' );
add_action( 'wp_ajax_showmap_danso',
'showmap_danso' );
function showmap_danso(){
$error = '0';$result = "";
$list_value = array();
$class_datapccc = new Datapccc();
$list_danso = $class_datapccc-
>get_datapccc('ndm_danso');
$max = 0;
foreach($list_danso as $danso){
if($danso->nam2022 > $max){
$max = $danso->nam2022;
}
}
$list_gioihan = array(0,$max/3,2*$max/3,$max);
foreach($list_danso as $danso){
$val = $danso->nam2022;
for($i=0;$i<=2;$i++){
if($list_gioihan[$i] < $val && $val <=
$list_gioihan[$i+1]){
if($i == 0){
$rgb = (int)(255*3*$val/$max);
$list_value[$danso->cartodb_id] =
RGBtoHEX($rgb,$rgb,255);
}
if($i == 1){
$rgb = (int)(255*2*$val/$max/2);
$list_value[$danso->cartodb_id] =
RGBtoHEX($rgb,255,$rgb);
}
if($i == 2){
$rgb = (int)(255*$val/$max/3);
$list_value[$danso->cartodb_id] =
RGBtoHEX(255,$rgb,$rgb);
}
}
}
}
}
}
}

```

```

}
echo
json_encode(array('ketqua'=>$result,'error'=>$error
,'list_value'=>$list_value));
wp_die();
}
?>

```

ajax/showmap_songuoichet.php

```

<?php
add_action(
'wp_ajax_nopriv_showmap_songuoichet',
'showmap_songuoichet' );
add_action( 'wp_ajax_showmap_songuoichet',
'showmap_songuoichet' );
function showmap_songuoichet(){
$error = '0';$result = "";
$list_value = array();
$class_datapccc = new Datapccc();
$list_songuoichet = $class_datapccc-
>get_datapccc('ndm_songuoichet');
$max = 0;
foreach($list_songuoichet as $songuoichet){
if($songuoichet->nam2022 > $max){
$max = $songuoichet->nam2022;
}
}
$list_gioihan = array(-1,2,6,$max);
foreach($list_songuoichet as $songuoichet){
$val = $songuoichet->nam2022;
for($i=0;$i<=2;$i++){
if($list_gioihan[$i] < $val && $val <=
$list_gioihan[$i+1]){
if($i == 0){
$list_value[$songuoichet->cartodb_id]
= RGBtoHEX(255,255,255);
}
if($i == 1){
$list_value[$songuoichet->cartodb_id]
= RGBtoHEX(50,255,50);
}
if($i == 2){
$list_value[$songuoichet->cartodb_id]
= RGBtoHEX(255,50,50);
}
}
}
}
echo
json_encode(array('ketqua'=>$result,'error'=>$error
,'list_value'=>$list_value));
wp_die();
}
?>

```

ajax/showmap_sobithuong.php

```

<?php

```

```

add_action(
'wp_ajax_nopriv_showmap_sobithuong',
'showmap_sobithuong' );
add_action(
'wp_ajax_showmap_sobithuong',
'showmap_sobithuong' );
function showmap_sobithuong(){
$error = '0';$result = "";
$list_value = array();
$class_datapccc = new Datapccc();
$list_sobithuong = $class_datapccc-
>get_datapccc('ndm_sobithuong');
$max = 0;
foreach($list_sobithuong as $sobithuong){
if($sobithuong->nam2022 > $max){
$max = $sobithuong->nam2022;
}
}
$list_gioihan = array(-1,2,6,$max);
foreach($list_sobithuong as $sobithuong){
$val = $sobithuong->nam2022;
for($i=0;$i<=2;$i++){
if($list_gioihan[$i] < $val && $val <=
$list_gioihan[$i+1]){
if($i == 0){
$list_value[$sobithuong->cartodb_id]
= RGBtoHEX(255,255,255);
}
if($i == 1){
$list_value[$sobithuong->cartodb_id]
= RGBtoHEX(50,255,50);
}
if($i == 2){
$list_value[$sobithuong->cartodb_id]
= RGBtoHEX(255,50,50);
}
}
}
}
echo
json_encode(array('ketqua'=>$result,'error'=>$error
,'list_value'=>$list_value));
wp_die();
}
?>

```

Ajax/show_hieuqua.php

```

<?php
add_action(
'wp_ajax_nopriv_show_hieuqua',
'show_hieuqua' );
add_action(
'wp_ajax_show_hieuqua',
'show_hieuqua' );
function show_hieuqua(){
$error = '0';$result = ";$sttinh = ";$dttinh
= array();$dstinh = array();
$stentinh = ";$gttruoc = ";$gtsau = "
;$solv = array(

```

```

'x1'=>0,'x2'=>0,'x3'=>-13.68,'x4'=>-9.87,
'x5'=>0,'x6'=>0,'x7'=>8.08,'x8'=>0,
'x9'=>6,'x10'=>6.32,'x11'=>0,'x12'=>11,
'x13'=>0,'x14'=>0,'x15'=>0,'x16'=>0,
'x17'=>-22.83,'x18'=>0,'x19'=>-14.94,'x20'=>-
17.7,
);
if(isset($_POST['val_x']) &&
isset($_POST['list_x']) &&
isset($_POST['idtin']))){
$text .= '<p>Полученное оптимальное
решение минимизации пожарных рисков
составляет: '
. 'увеличение x7 = 8,08%, x9 = 6,00%,
x10 = 6,32%, x12 = 11,00%, и '
. 'снижение x3 = 13,68%, x4 = 9,87%, x17
= 22,83%, x19 = 14,94%, x20 = 17,70%, '
. 'где сокращение значения пожарного
риска гибели людей (РГ) составляет 24,82%, '
. 'травматизма людей (RT) 28,35% и '
. 'материального ущерба (RY) 32,79%.
</p>';
$idtin = $_POST['idtin'];
$list_x = $_POST['list_x'];
$val_x = $_POST['val_x'];

$namec = 2019;
$nameo = 2022;
$class_datapccc = new Datapccc();
$list_dataanhhuong = $class_datapccc-
>get_dataanhhuong('ndm_data');
$danso = $class_datapccc-
>get_datapccc('ndm_danso');
$list_danso = array();
foreach($danso as $data){
$ar_data = (array)$data;
for($i = $namec; $i<=$nameo;$i++){

$list_danso[$ar_data['cartodb_id']]['nam'.$i] =
$ar_data['nam'.$i];
}
}
$dansonguoichet = $class_datapccc-
>get_datapccc('ndm_songuoichet');
$d_r1 = array();
$r1_min = 9999;
$r1_max = -9999;
foreach($dansonguoichet as $data){
$ar_data = (array)$data;
$tong = 0;
for($i = $namec; $i<=$nameo;$i++){
$tong = $tong + $ar_data['nam'.$i] /
$list_danso[$ar_data['cartodb_id']]['nam'.$i];
}
$r1 = $tong / ($nameo - $namec + 1);
$d_r1[$ar_data['cartodb_id']] = $r1;
if($r1 < $r1_min){$r1_min = $r1;}

```

```

        if($r1 > $r1_max ){ $r1_max = $r1; }
        if($ar_data['cartodb_id'] == $idtin){
            $stentinh = $ar_data['name_ru'];
        }
    }
    $ds_sobithuong = $class_datapccc-
>get_datapccc('ndm_sobithuong');
    $ds_r2 = array();
    $r2_min = 9999;
    $r2_max = -9999;
    foreach($ds_sobithuong as $data){
        $ar_data = (array)$data;
        $stong = 0;
        for($i = $namc; $i <= $namdo; $i++){
            $stong = $stong + $ar_data['nam'].$i /
$list_danso[$ar_data['cartodb_id']]['nam'].$i;
        }
        $r2 = $stong / ($namdo - $namc + 1);
        $ds_r2[$ar_data['cartodb_id']] = $r2;
        if($r2 < $r2_min){ $r2_min = $r2; }
        if($r2 > $r2_max){ $r2_max = $r2; }
    }
    $ds_thiethaitaisan = $class_datapccc-
>get_datapccc('ndm_thiethaitaisan');
    $ds_r3 = array();
    $r3_min = 9999;
    $r3_max = -9999;
    foreach($ds_thiethaitaisan as $data){
        $ar_data = (array)$data;
        $stong = 0;
        for($i = $namc; $i <= $namdo; $i++){
            $stong = $stong + $ar_data['nam'].$i /
$list_danso[$ar_data['cartodb_id']]['nam'].$i;
        }
        $r3 = $stong / ($namdo - $namc + 1)/1000;
        $ds_r3[$ar_data['cartodb_id']] = $r3;
        if($r3 < $r3_min){ $r3_min = $r3; }
        if($r3 > $r3_max){ $r3_max = $r3; }
    }
    foreach($list_dataanhuong as $data){
        if($data->cartodb_id == $idtin){
            $dttinh = $data;
        }
    }
    $list_labels_truoc = array();
    $list_truoc = array();
    $list_full_truoc = array();
    $list_mautruoc = array();
    $sl_nhizki = 0;
    $sl_srednhi = 0;
    $sl_vusotki = 0;
    $sl_osoben = 0;
    foreach($ds_danso as $data){
        $ar_data = (array)$data;
        $r1 = $ds_r1[$ar_data['cartodb_id']];
        $r2 = $ds_r2[$ar_data['cartodb_id']];
        $r3 = $ds_r3[$ar_data['cartodb_id']];

        $r1_chuan = ($r1 - $r1_min)/($r1_max -
        $r1_min);
        $r2_chuan = ($r2 - $r2_min)/($r2_max -
        $r2_min);
        $r3_chuan = ($r3 - $r3_min)/($r3_max -
        $r3_min);
        $r_th = 0.5*$r1_chuan + 0.33*$r2_chuan +
        0.17*$r3_chuan;
        $list_full_truoc[$ar_data['cartodb_id']] =
        array($r1,$r2,$r3,$r_th);
        $list_truoc[$ar_data['cartodb_id']] = $r_th;
        $list_labels_truoc[$ar_data['cartodb_id']] =
        $ar_data['name_ru'];
        if($r_th <= 0.25){
            $sl_nhizki++;
            $list_mautruoc[$ar_data['cartodb_id']] =
            'rgba(0, 255, 0, 1)';
        }else{
            if($r_th <= 0.5){
                $sl_srednhi++;
                $list_mautruoc[$ar_data['cartodb_id']]
                = 'rgba(255, 255, 0, 1)';
            }else{
                if($r_th <= 0.75){
                    $sl_vusotki++;
                    $list_mautruoc[$ar_data['cartodb_id']] = 'rgba(255,
                    158, 110, 1)';
                }else{
                    $sl_osoben++;
                    $list_mautruoc[$ar_data['cartodb_id']] = 'rgba(255,
                    99, 132, 1)';
                }
            }
        }
        if($ar_data['cartodb_id'] == $idtin){
            $gttruoc = $r_th;
            $list_mautruoc[$ar_data['cartodb_id']] =
            'rgba(0, 0, 255, 1)';
            $stttinh = $ar_data['name_ru'];
            $stext .= '<p><b>B0</b>: До
            применения: RCЭ = '.$r_th.'</p>';
        }
    }
    $labels_truoc = $list_labels_truoc;
    $data_truoc = $list_truoc;
    $mau_truoc = $list_mautruoc;
    array_multisort($data_truoc, $labels_truoc,
    $mau_truoc);
    $stext .= 'R1_min = '.$r1_min.'<br>';
    $stext .= 'R1_max = '.$r1_max.'<br>';
    $stext .= 'R2_min = '.$r2_min.'<br>';
    $stext .= 'R2_max = '.$r2_max.'<br>';
    $stext .= 'R3_min = '.$r3_min.'<br>';
    $stext .= 'R3_max = '.$r3_max.'<br>';
    $stext .= '<p><b>IIIar 1</b>: Применяется
    оптимальное решение минимизации пожарных

```

рисков в АТЕ с особо высоким уровнем пожарной опасности'

. \$sttinh.' и проводится перерасчет ИСЭППР. Факторы, влияющие на пожарные риски в провинции "\$sttinh."

. 'до и после применения решения представлены в таблице:</p>';

```
$text .= '<table class="table table-bordered">
<tbody>
<tr>
<td>Факторы</td><td>x3</td><td>x4</td><td>x7</td><td>x9</td><td>x10</td><td>x12</td><td>x17</td><td>x19</td><td>x20</td>
</tr>
<tr>
<td>До</td>
<td>'. $dtinh->x3_tb.'</td>
<td>'. $dtinh->x4_tb.'</td>
<td>'. $dtinh->x7_tb.'</td>
<td>'. $dtinh->x9_tb.'</td>
<td>'. $dtinh->x10_tb.'</td>
<td>'. $dtinh->x12_tb.'</td>
<td>'. $dtinh->x17_tb.'</td>
<td>'. $dtinh->x19_tb.'</td>
<td>'. $dtinh->x20_tb.'</td>
</tr>
<tr>
<td>После</td>
<td>'.
number_format($dtinh->x3_tb*($solv['x3']+100)/100,2,';',')</td>
<td>'.number_format($dtinh->x4_tb*($solv['x4']+100)/100,2,';',')</td>
<td>'.number_format($dtinh->x7_tb*($solv['x7']+100)/100,2,';',')</td>
<td>'.number_format($dtinh->x9_tb*($solv['x9']+100)/100,2,';',')</td>
<td>'.number_format($dtinh->x10_tb*($solv['x10']+100)/100,2,';',')</td>
<td>'.number_format($dtinh->x12_tb*($solv['x12']+100)/100,2,';',')</td>
<td>'.number_format($dtinh->x17_tb*($solv['x17']+100)/100,2,';',')</td>
<td>'.number_format($dtinh->x19_tb*($solv['x19']+100)/100,2,';',')</td>
<td>'.number_format($dtinh->x20_tb*($solv['x20']+100)/100,5,';',')</td>
</tr>
</tbody>
</table>';
$list_labels_sau = $list_labels_truoc;
$list_sau = $list_truoc;
$list_full_sau = $list_full_truoc;
$list_mausau = $list_mautruoc;
$sl_nhizki_sau = 0;
$sl_srednhi_sau = 0;
$sl_vusotki_sau = 0;
$sl_osoben_sau = 0;
```

```
$list_dataanhhuong = $class_datapccc->get_datanhhuong('ndm_data');
$ds_r1_sau = array();
$r1_min_sau = 9999;
$r1_max_sau = -9999;
$ds_r2_sau = array();
$r2_min_sau = 9999;
$r2_max_sau = -9999;
$ds_r3_sau = array();
$r3_min_sau = 9999;
$r3_max_sau = -9999;
foreach($list_dataanhhuong as $data){
    $r1 = $list_full_sau[$data->cartodb_id][0];
    $r2 = $list_full_sau[$data->cartodb_id][1];
    $r3 = $list_full_sau[$data->cartodb_id][2];
    $ds_r1_sau[$data->cartodb_id] = $r1;
    $ds_r2_sau[$data->cartodb_id] = $r2;
    $ds_r3_sau[$data->cartodb_id] = $r3;
    if($data->cartodb_id == $idtin){
        $r1 = 0.0917 + 0.006*($data->x4_tb)*($solv['x4']+100)/100 - 0.0011*($data->x7_tb)*($solv['x7']+100)/100 - 0.0054*($data->x9_tb)*($solv['x9']+100)/100 - 0.0001*($data->x10_tb)*($solv['x10']+100)/100;
        $r2 = 0.4138 + 0.0001*($data->x4_tb)*($solv['x4']+100)/100 - 0.0011*($data->x9_tb)*($solv['x9']+100)/100 - 0.0029*($data->x10_tb)*($solv['x10']+100)/100 - 0.0004*($data->x12_tb)*($solv['x12']+100)/100 + 0.4275*($data->x20_tb)*($solv['x20']+100)/100;
        $r3 = -4.5934 + 0.0034*($data->x3_tb)*($solv['x3']+100)/100 - 0.0084*($data->x12_tb)*($solv['x12']+100)/100 + 1.2673*($data->x17_tb)*($solv['x17']+100)/100 + 1.1091*($data->x19_tb)*($solv['x19']+100)/100;
        $ds_r1_sau[$data->cartodb_id] = $r1;
        $ds_r2_sau[$data->cartodb_id] = $r2;
        $ds_r3_sau[$data->cartodb_id] = $r3;
    }
}
$text .= '<p><b>Шаг 2</b>: Пожарный риск гибели людей (RГ) в провинции "$sttinh." после применения решения определяется по модели y1: </p>
.<p><b>y1 = 0.0917 + 0.006x<sub>4</sub> - 0.0011x<sub>7</sub> - 0.0054x<sub>9</sub> - 0.0001x<sub>10</sub></b></p>
.<math>R_{<sub>Г</sub>} = 0.0917 + 0.006x_{<sub>4</sub>} - 0.0011x_{<sub>7</sub>} - 0.0054x_{<sub>9</sub>} - 0.0001x_{<sub>10</sub>}</math>
.<p>'. $r1.<p>&nbsp;</p>';
$text .= '<p>Пожарный риск травматизма людей (RT) в провинции "$sttinh." после
```

```

применения решения определяется по модели у2:
</p>
. '<p><b>y2 = 0.4138 + 0.0001x<sub>4</sub> -
0.0011x<sub>9</sub> - 0.0029x<sub>10</sub> -
0.0004x<sub>12</sub> +
0.4275x<sub>20</sub></b></p>'
. 'R<sub>T</sub> = 0.4138 +
0.0001x'.number_format($dttinh-
>x4_tb*($solv['x4']+100)/100,2,'.',').''
. ' - 0.0011x'.number_format($dttinh-
>x9_tb*($solv['x9']+100)/100,2,'.',').''
. ' - 0.0029x'.number_format($dttinh-
>x10_tb*($solv['x10']+100)/100,2,'.',').''
. ' - 0.0004x'.number_format($dttinh-
>x12_tb*($solv['x12']+100)/100,2,'.',').''
. ' + 0.4275x'.number_format($dttinh-
>x20_tb*($solv['x20']+100)/100,2,'.',').' =
'.$r2.<p>&nbsp;</p>;
$sttext .= '<p>Пожарный риск
материального ущерба (РУ) в провинции
"$sttinh." после применения решения
определяется по модели у3: </p>'
. '<p><b>y3 = -4.5934 + 0.0034x<sub>3</sub> -
0.0084x<sub>12</sub> + 1.2673x<sub>17</sub> +
1.1091x<sub>19</sub></b></p>'
. 'R<sub>Y</sub> = -4.5934 +
0.0034x'.number_format($dttinh-
>x3_tb*($solv['x3']+100)/100,2,'.',').''
. ' - 0.0084x'.number_format($dttinh-
>x12_tb*($solv['x12']+100)/100,2,'.',').''
. ' + 1.2673x'.number_format($dttinh-
>x17_tb*($solv['x17']+100)/100,2,'.',').''
. ' + 1.1091x'.number_format($dttinh-
>x19_tb*($solv['x19']+100)/100,2,'.',').' =
'.$r3.<p>&nbsp;</p>;
}
if($r1 < $r1_min_sau){$r1_min_sau = $r1;}
if($r1 > $r1_max_sau){$r1_max_sau = $r1;}
if($r2 < $r2_min_sau){$r2_min_sau = $r2;}
if($r2 > $r2_max_sau){$r2_max_sau = $r2;}
if($r3 < $r3_min_sau){$r3_min_sau = $r3;}
if($r3 > $r3_max_sau){$r3_max_sau = $r3;}
}
foreach($list_dataanhhuong as $data){
$list_labels_sau[$data->cartodb_id] = $data-
>tinhthanh;
$r1 = $ds_r1_sau[$data->cartodb_id];
$r2 = $ds_r2_sau[$data->cartodb_id];
$r3 = $ds_r3_sau[$data->cartodb_id];
$r1_chuan = ($r1 - $r1_min_sau)/($r1_max_sau - $r1_min_sau);
$r2_chuan = ($r2 - $r2_min_sau)/($r2_max_sau - $r2_min_sau);
$r3_chuan = ($r3 - $r3_min_sau)/($r3_max_sau - $r3_min_sau);
$r_th = 0.5*$r1_chuan + 0.33*$r2_chuan +
0.17*$r3_chuan;

```

```

$list_full_sau[$data->cartodb_id] =
array($r1,$r2,$r3,$r_th);
$list_sau[$data->cartodb_id] = $r_th;
if($r_th <= 0.25){
$sl_nhizki_sau++;
$list_mausau[$data->cartodb_id] = 'rgba(0,
255, 0, 1)';
}else{
if($r_th <= 0.5){
$sl_srednhi_sau++;
$list_mausau[$data->cartodb_id] =
'rgba(255, 255, 0, 1)';
}else{
if($r_th <= 0.75){
$sl_vusotki_sau++;
$list_mausau[$data->cartodb_id] = 'rgba(255, 158,
110, 1)';
}else{
$sl_osoben_sau++;
$list_mausau[$data->cartodb_id] = 'rgba(255, 99, 132,
1)';
}
}
}
if($data->cartodb_id == $idtinhh){
$list_mausau[$data->cartodb_id] = 'rgba(0,
0, 255, 1)';
$gtsau = $r_th;
}
}
$labels_sau = $list_labels_sau;
$data_sau = $list_sau;
$mau_sau = $list_mausau;
array_multisort($data_sau, $labels_sau,
$mau_sau);
$otklo = (floatval($gttruoc) -
floatval($gtsau))*100/floatval($gttruoc);
$html = '<p><b>Шаг 3</b>: Полученные
данные использовали при повторной оценке
уровней пожарной опасности АТЕ Вьетнама '
. 'с помощью ИСЭППР. Полученные
результаты расчетов представлены в виде
таблицы:</p>';
$html .= '<table class="table table-bordered"
style="text-align:center" id="table_sau">
<thead>
<tr>
<th>No</th>
<th>Провинции</th>
<th>R<sub>Г</sub></th>
<th>R<sub>T</sub></th>
<th>R<sub>Y</sub></th>
<th>R<sub>TH</sub></th>
<th>R*<sub>Г</sub></th>
<th>R*<sub>T</sub></th>
<th>R*<sub>Y</sub></th>
<th>RCЭ</th>

```

```

        </tr>
    </thead>
    <tbody>';

    foreach($list_labels_sau as $key =>$value){
        $html .= '<tr>
    <td>'. $key.'</td>
    <td>'. $value.'</td>
    <td>'.number_format($list_full_truoc[$key][0],2,',',').
    '</td>
    <td>'.number_format($list_full_truoc[$key][1],2,',',').
    '</td>
    <td>'.number_format($list_full_truoc[$key][2],2,',',').
    '</td>
    <td>'.number_format($list_full_truoc[$key][3],2,',',').
    '</td>
    <td>'.number_format($list_full_sau[$key][0],2,',',').<
    /td>
    <td>'.number_format($list_full_sau[$key][1],2,',',').<
    /td>
    <td>'.number_format($list_full_sau[$key][2],2,',',').<
    /td>
    <td>'.number_format($list_full_sau[$key][3],2,',',').<
    /td>
        </tr>';
    }
    $html .= '</tbody></table>';
    $html .= '<table class="table table-bordered">
    <thead>
    <tr><th></th><th>RCЭ до
    применения</th><th>RCЭ После
    применения</th><th>Отклонение (%)</th></tr>

```

```

    </thead>
    <tbody>
    <tr>
    <td><b>'. $stentinh.'</b></td>
    <td>'.number_format($gttruoc,3,',',').</td>
    <td>'.number_format($gtsau,3,',',').</td>
    <td>'.number_format($otklo,2,',',').</td>
    </tr>
    </tbody>
    </table>';
    $html .= ";
    }else{
        $result = 'No exist information';
        $error = 1;
    }
    echo json_encode(array(
        'ketqua'=>$result,
        'error'=>$error,
        'html'=>$html,
        'labels_truoc'=>array_reverse($labels_truoc),
        'labels_sau'=>array_reverse($labels_sau),
        'data_truoc'=>array_reverse($data_truoc),
        'data_sau'=>array_reverse($data_sau),
        'mau_truoc'=>array_reverse($mau_truoc),
        'mau_sau'=>array_reverse($mau_sau),
        'text' => $text
    ));
    wp_die();
    }
    ?>

```

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(Обязательное)

Акты внедрения результатов исследования

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель начальника Академии
 МЧС России по учебной работе
 кандидат технических наук, доцент
 В.С. Шныпко
 « 20 » 2024 г.

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы Чыонг Ван Хынг
 «Модель и алгоритмы поддержки принятия управленческих решений по оценке уровней
 пожарной опасности административно-территориальных единиц» на соискание ученой
 степени кандидата технических наук, представленной к защите по специальности
 2.3.4. Управление в организационных системах (технические науки)

Комиссия в составе председателя - начальника учебно-научного комплекса систем обеспечения пожарной безопасности, к.т.н., Сибирякова Максима Владимировича и членов комиссии – профессор кафедры организации деятельности пожарной охраны (в составе УНК СОПБ), д.т.н., профессора Соколова Сергея Викторовича, доцента кафедры организации деятельности пожарной охраны (в составе УНК СОПБ), к.э.н., Кружковой Ольги Владимировны подтверждает, что результаты диссертационной работы Чыонг Ван Хынг внедрены в учебный процесс кафедры организации деятельности пожарной охраны (в составе УНК СОПБ) Академии Государственной противопожарной службы МЧС России при изучении дисциплин «Экономическая оценка управленческих решений в области пожарной безопасности» на тему: «Принятие управленческих решений в условиях неопределенности и риска».

Председатель комиссии
 Начальник УНК СОПБ,
 к.т.н., доцент,
 подполковник внутренней службы

М.В. Сибиряков

Члены комиссии
 Профессор кафедры ОДПО
 (в составе УНК СОПБ),
 д.т.н., профессор

С.В. Соколов

Доцент кафедры ОДПО
 (в составе УНК СОПБ),
 к.э.н., доцент

О.В. Кружкова

«УТВЕРЖДАЮ»



Заместитель начальника
ГУПО и АСС МОБ Вьетнама
к. т. н., доцент, старший полковник милиции

Нгуен Минь Хыонг

«1» августа 2024 г.

АКТ

внедрения результатов диссертационной работы адъюнкта Академии ГПС МЧС России Чыонг Ван Хынг, представленной к защите по специальности
2.3.4 - Управление в организационных системах
(технические науки)

Комиссия в составе: председателя - к.т.н., подполковника милиции Нгуен Тхань Туан, сотрудника отдела профилактической пожарной безопасности ГУПО и АСС МОБ Вьетнама и членов комиссии: к.т.н., подполковника милиции До Тхань Тунг, сотрудника отдела проверки и подтверждения в области пожарной безопасности ГУПО и АСС МОБ Вьетнама; к.т.н., майора милиции Фан Туан Ань, сотрудника отдела проверки и подтверждения в области пожарной безопасности ГУПО и АСС МОБ Вьетнама составила настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы капитана милиции Чыонг Ван Хынга на тему: «Модель и алгоритмы поддержки принятия управленческих решений по оценке уровней пожарной опасности административно-территориальных единиц» использованы для управления пожарной безопасностью в административно-территориальных единицах (АТЕ), а именно:

- результаты оценки уровней пожарной опасности АТЕ (провинций) Вьетнама;
- модель поддержки принятия управленческого решения по оценке уровня пожарной опасности в АТЕ Вьетнама на основе обоснованного нормативного значения и предельных уровней индивидуального пожарного риска;
- алгоритм поддержки принятия управленческого решения по снижению уровня пожарной опасности АТЕ;
- программа для ЭВМ «Поддержка принятия управленческих решений по оценке и снижению уровней пожарной опасности АТЕ»

Председатель комиссии:

Сотрудник отдела профилактической пожарной безопасности ГУПО и АСС Вьетнама
к.т.н., подполковник милиции

Нгуен Тхань Туан

Сотрудник отдела проверки подтверждения в области пожарной безопасности ГУПО и АСС Вьетнама

к.т.н., подполковник милиции

До Тхань Тунг

Сотрудник отдела проверки подтверждения в области пожарной безопасности ГУПО и АСС Вьетнама

к.т.н., майор милиции

Фан Туан Ань

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель начальника Института
пожарной безопасности МОБ Вьетнама
доцент, кандидат технических наук,
старший полковник милиции



Фам Ван Нам

августа 2024 г.

АКТ

внедрения результатов диссертационной работы адъюнкта Академии ГПС МЧС России
Чыонг Ван Хынг, представленной к защите по специальности
2.3.4 - Управление в организационных системах
(технические науки)

Комиссия в составе: председателя – начальника учебного отдела ИПБ Вьетнама к.т.н., доцент, полковника милиции Нгуен Туан Ань и членов комиссии – начальника факультета автоматики и технических средств пожарной безопасности и спасения, к.т.н., полковника милиции Ле Шинь Хой, заместителя начальника факультета пожарно-спасательной тактики, к.т.н., полковника милиции Чан Донг Хынг, подтверждает, что результаты диссертационной работы капитана милиции Чыонг Ван Хынг на тему: «Модель и алгоритмы поддержки принятия управленческих решений по оценке уровней пожарной опасности административно-территориальных единиц» внедрены в учебный процесс, а именно:

- при разработке фондовых лекций по дисциплине «Управление пожарной безопасностью»;
- при разработке методических рекомендаций по поддержке управления пожарной безопасностью в административно-территориальных единицах Вьетнама.
- в практических занятиях с использованием разработанной программы для ЭВМ «Поддержка принятия управленческих решений по оценке и снижению уровня пожарной опасности в АТЕ».

Председатель комиссии
Начальник учебного отдела
к.т.н., доцент, полковник милиции

Нгуен Туан Ань

Начальник факультета автоматики
и технических средств пожарной
безопасности и спасения,
к.т.н., полковник милиции

Ле Шинь Хой

Заместитель начальника факультета
автоматики и технических средств
пожарной безопасности и спасения,
к.т.н., полковник милиции

Чан Донг Хынг