

УДК 004.8

А. Г. Мусайбеков

*Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина
МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан*

МОДЕЛЬ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАНГА ПОЖАРА НА ОСНОВЕ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ научных работ по решению частных задач определяющих ранг пожара. В рассмотренных публикациях источниками данных выступали: базы правил, статистически учет пожаров, документы предварительного планирования действий пожарной охраны, базы экспертных данных. Анализ включает в себя описание математических методов и информационных технологий, которые применялись при определении ранга пожара. Представлены и проанализированы результаты для установления ранга пожара, основанные на применении дискриминантного анализа.

Ключевые слова: дискриминантный анализ, ранг пожара, система поддержки принятия решений, информационные технологии.

Введение

В условиях современных трансформационных процессов экономики, нефтеперерабатывающая отрасль занимает одно из ведущих мест за счет обеспечения потребностей различных сфер экономической жизни, как отдельных регионов, так и государства. Однако в настоящее время уровень пожарной безопасности объектов нефтеперерабатывающей отрасли оценивается как недостаточный, а в отдельных случаях – как опасный [1], что определяет необходимость увеличения эффективности управленческих решений при определении сил и средств для ликвидации пожаров на данных объектах защиты. В связи с этим необходимо сказать о проблеме отсутствия или недостатка информационно-аналитического обеспечения для поддержки принятия решений, влияющей на правильное определение ранга пожара [2], что в свою очередь влияет на адекватность принимаемых решений по предупреждению, локализации и ликвидации пожаров. Собранные массивы информации о пожарах, как правило, не анализируются с применением интеллектуального анализа данных. Это во многом ограничивает возможности лиц, принимающих решение (ЛПР), получить надежные инструменты поддержки управления с использованием современных информационных технологий.

Установление ранга пожара часто является предметом научных исследований различных ученых. Проведено множество исследований в различных областях. Разработано большое количество математических методов, алгоритмов и информационных технологий для решения частных задач по определению ранга пожара.

В работе [3] рассмотрен вопрос использования нечеткого вывода Мамдани для определения ранга пожара в жилых и административных зданиях. Задача определения ранга пожара включает в себя множество факторов и параметров, характеризующих обстановку на объекте пожара. При определении ранга пожара с помощью алгоритма Мамдани на вход поступают количественные значения, на выходе количество

значений остается таким же. Для проведения промежуточных этапов используются аппарат нечеткой логики и теория нечетких множеств. Используя базу правил в качестве входных данных и все этапы нечеткого вывода, алгоритм Мамдани предполагает использование «активизированных» нечетких множеств и их объединений. Авторами сделан вывод, что для существующих на данный момент задач по определению ранга пожара целесообразно будет использовать алгоритм Мамдани и входящие в него все этапы нечеткого вывода с использованием базы правил в качестве входных данных.

В работе [4] рассматриваются вопросы классификации причин пожаров при их статическом учете. Есть основные показатели по пожарам, которые характеризуют реальный уровень пожарной опасности в стране. В связи с этим, особую актуальность имеет пожарная статистика и все сравнительные анализы, производимые с ней. Ссылаясь на статистику по пожарам, показано, что обстановка остается напряженной и оказывает негативное воздействие на экономику и социальную сферу общества. Принимаются различные меры для сокращения пожаров в стране, но все же обстановка остается сложной. Авторы показывают, как основные показатели обстановки с пожарами на объектах производственного назначения схожи с установленными показателями для объектов всех классов функциональной опасности, тем самым говоря, что анализ состояния пожарной опасности по первичным статистическим данным неполон и может привести к неправильным выводам. По данным Ростехнадзора были выявлены наиболее характерные показатели обстановки с пожарами для производственных объектов. Таким образом, предлагается усовершенствовать статистический учет пожаров, а именно ввести разделение причин пожаров для объектов различного класса функциональной пожарной опасности, а также по категориям риска.

В работе [5] рассмотрены существующие методы качественных экспертных оценок: метод экспертной классификации, метод парных сравнений, ранжирование альтернативных вариантов, метод векторов предпочтений. Авторами предложена методика заполнения таблицы характерности векторов состояния для каждого ранга пожара, которая позволяет значительно упростить процедуру отнесения экспертами векторов состояния к конкретному рангу. Полученные результаты проведенного исследования проверены на ряде практических примеров в процессе анализа пожаров, произошедших в различных городах России.

В работе [6] представлена задача управления при тушении пожаров в морских портах при неопределенности, которая заключается в локализации пожара минимальными силами и средствами за кратчайшее время. Для решения данной задачи авторами было разработано два алгоритма: алгоритм выбора ранга пожара и алгоритм прогнозирования площади пожара для тушения на особо важных и технически сложных объектах с целью повышения эффективности управления пожарными подразделениями. Данные алгоритмы позволяют применять базовые сети или сети с учетом обновленных значений входных данных посредством применения алгоритма реализации нейро-нечетких моделей. Созданные в ходе данного исследования алгоритмы были применены в качестве базовых элементов системы информационно-аналитической поддержки управления при тушении пожаров в морских портах.

В статье [7] разработана модель управления процессом тушения пожаров на особо важных и технически сложных объектах в условиях неопределенности.

Основными элементами разработанной модели являются: модель определения площади пожара; модель выбора ранга пожара; аналитическая модель оценки достаточности и выбора ресурсов; модель оценки успешности реализации плана. Данная модель имеет ряд отличительных особенностей от аналогов в этой области, такие как: применение комбинированных функций принадлежности, позволяющих выполнять более точную аппроксимацию значений входных параметров; внедрение блока устранения динамических ошибок. В процессе проверки на соответствие входным данным, правилам, стандартам и на соответствие потребностям пользователя модель является адекватной. Таким образом, авторы показывают, что применение разработанного программного продукта позволяет повысить эффективности действий пожарных за счет роста точности решений, принимаемых руководителем, и сокращения времени на формирование решения

В работе [8] предлагается оценка возможности совместного использования двух инструментов кластерного анализа. Проводится двух этапная обработка мультиспектральных космических снимков высокого и среднего разрешения. Классификация данных снимков проводилась в два этапа: неуправляемая классификация и расчетом тематической разности результатов классификации. Авторы в работе показывают перспективность показателя тематической разности пикселей, рассматривают перспективность использования инструментов кластерного анализа пикселей. Таким образом, в работе показана эффективность использования показателя тематической разности пикселей на примерах при различных условиях.

В работе [9] представлены особенности обоснования и разработки интеллектуальной системы, предназначенной для поддержки принятия решений руководителем тушения пожара. Разработанная система предназначена для определения ранга пожара на территории морского порта. Для определения ранга пожара авторы предлагают использовать подход, основанный на применении нечеткого классификатора. Данный классификатор реализован на базе системы нечеткого вывода Такаги – Сугено – Канга. С помощью метода экспертной оценки, во-первых, был создан нечеткий классификатор, а во-вторых, обоснована эффективность выбора входных показателей. Созданный классификатор позволяет получить достоверный результат с ошибкой, не превышающей 6 %. А полученные достоверные результаты позволяют руководителю тушения пожара своевременно принимать обоснованные решения при организации и управлении тушением пожара. Система при неоднократном тестировании показала достаточную для практики точность, поскольку в худшем случае ошибка классификации не превысила 5 %.

В статье [10] рассмотрена задача классификации для определения ранга пожара на объекте защиты на основе дискриминантного анализа. Авторами была разработана база данных прецедентов на основе анализа нормативных актов по противопожарной защите нефтеперерабатывающих предприятий. Разработанная база данных была разделена на процент обучающей выборки и процент для апробации, при разделении обучающей выборки на классы применена задача обучения с учителем (Supervised learning). Таким образом, в работе была проведена оценка качества классификации каждого ранга в виде матрицы с процентами точного прогнозирования, так же проведенный анализ позволил отобрать наиболее информативные коэффициенты из обучающей выборки и на их основе отнести пожар к тому или иному рангу пожара.

Проведенный обзор научных работ по определению ранга пожара представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Обзор научных работ по определению ранга пожара

№	Наименование	Авторы	Анализ	Мат. модель есть / нет	Комп. программа есть / нет	Примечание
1	Использование нечеткого вывода Мамдани для определения ранга пожара	Гвоздик М.И., Абдулалиев Ф.А., Шилов А.Г.	Да	Нет	Нет	Описаны основные этапы нечёткого вывода. Задачи по определению ранга пожара только поставлены.
2	К вопросу о классификации причин пожаров при их статистическом учете на производственных объектах	Заварихина О.С., Фариняк К.С., Салихова А.Х., Самойлов Д.Б.	Да	Нет	Нет	Объектом исследования является классификация причин пожаров при их статистическом учете.
3	Методология разработки экспертных систем для оперативного управления пожарными подразделениями	Тетерин И.М., Климовцов В.М., Прус Ю.В.	Да	Да	Да	Разработаны методы, основанные на использовании математического аппарата теории нечетких множеств.
4	Мониторинг состояния лесов с использованием кластерного анализа при дешифрировании космических снимков среднего и высокого разрешения	Рожков Ю.Ф., Кондакова М.Ю.	Да	Нет	Нет	При решении задачи оценке изменений показателя тематической разности пикселей использовался кластерный анализ.
5	Разработка нечеткого классификатора на базе нечеткой системы Сугено для определения ранга пожара на территории морского порта	Кипер А.В., Станкевич Т.С.	Да	Да	Да	Для решения задачи был реализован подход, основанный на применении нечеткого классификатора.
6	Информационно-аналитическая поддержка принятия управленческих решений при тушении пожаров в морских портах в условиях неопределенности	Станкевич Т.С.	Да	Да	Да	Разработанная система способна обрабатывать информацию, поступающую от различных источников, так же формулировать управленческие решения в условиях неопределенности при этом адаптируясь и обучаясь.
7	Разработка алгоритма выбора ранга пожара и алгоритма прогнозирования площади пожара при тушении пожаров в морских портах	Станкевич Т.С., Бутузов С.Ю., Рыженко А.А.	Да	Да	Нет	Разработанные алгоритмы позволяют выполнить нейтрализацию динамических ошибок при получении некорректного результата классификации за счет использования минимального или максимального значения ранга пожара.

По результатам проведённого анализа можно сделать вывод о том, что принимать решения в области обеспечения пожарной безопасности ЛПР приходится в условиях ограничения во времени, большого объёма информации и неопределённости. Анализ статистических данных показывает, что решения, принимаемые ЛПР, часто не соответствуют обстановке, сложившейся на горящем объекте [5]: ошибочные решения составляют до 57 % их общего количества.

Неверно установленный ранг пожара приводит к неправильному расчёту привлекаемых сил и средств. Если привлечённых на пожар ресурсов будет не достаточно, то сократить время тушения пожара и обеспечить необходимую скорость эвакуации людей будет невозможно. А из-за избыточного привлечения сил и средств остаются без должного прикрытия другие объекты защиты.

В связи с вышесказанным, для сокращения числа погибших и пострадавших при пожаре людей и уменьшения материального ущерба, необходимо оптимизировать использование имеющейся информации по пожарам с объектов защиты, ставится задача по применению процедуры классификации по определению ранга пожара с использованием интеллектуального анализа данных [11].

Для формирования системы анализа статистических данных была реализована работа с архивными данными на Павлодарском нефтехимическом заводе Республики Казахстан (ПНХЗ). Собранные данные содержат в себе следующую информацию: основные данные о предприятии (объект защиты); пожары, произошедшие на нефтеперерабатывающих предприятиях за последние 10 лет; информация по общей площади каждого пожара на нефтеперерабатывающем предприятии; количество задействованного личного состава на каждом пожаре; количество пожарных автомобилей, привлекаемых на пожары, где частота возникновения происшествия превышала более десяти случаев (прецедентов). На их основе разработана база данных прецедентов (БДП) в виде взаимосвязанных фреймов, состоящая из 180 записей [12].

Для выбора метода интеллектуального анализа данных, позволяющего получать достоверные результаты прогнозирования в условиях неопределённости, были обобщены результаты проведённого обзора работ по данной тематике. В анализируемых работах рассмотрены следующие математические методы: нейронные сети; методы визуализации; дискриминантный анализ; деревья решений.

Эти методы имеют ряд преимуществ:

- способность решать задачи с неопределёнными входными и выходными данными;
- способность адаптации к окружающей среде;
- обладают сверхвысоким быстродействием;
- дают более чёткое различие между сегментами;
- простота в применении и интерпретации;
- возможность определения более важных полей для классификации.

Недостатки методов в основном заключаются в вероятности ошибок в задачах классификации с большим количеством классов и относительно небольшим числом примеров для обучения.

В качестве источника данных в рассмотренных выше публикациях использовались: базы правил; статистический учёт пожаров; документы предварительного планирования действий пожарной охраны; базы экспертных данных, содержащие информацию о произошедших пожарах. Например: когда и где произошло возгорание; какой ущерб был причинен пожаром: прямой и косвенный; количество пострадавших и погибших людей; тип возгорания; причины и частота возгорания; задействованные силы и средства на пожаре.

Среди перечисленных групп, методов интеллектуального анализа стоит отметить метод нейронных сетей и метод дискриминантного анализа. Именно они получили мощный толчок в развитии не только в теоретической части, но и в практической – на их основе наилучшим образом решаются задачи управления при поддержке принятия решений на производственных объектах. Учитывая, что с каждым годом проблема производственной безопасности приобретает все более актуальный характер, а именно устаревающие основные фонды, с другой стороны, внедряющиеся новейшие технологии, изменения в законодательстве и т.д.

По результатам обобщения была проведена сравнительная характеристика математических методов, указанных выше (таблица 2). Оценка каждой из характеристик проведена такими категориями, в порядке возрастания: очень низкая, низкая, нейтральная, высокая/нейтральная, нейтрально/высокая, высокая.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика методов

Алгоритм	Точность	Ошибочность	Быстрота	Популярность	Коэффициент эффективности
нейронные сети	высокая	низкая	низкая	нейтральная/высокая	7,5
методы визуализации	высокая	высокая/нейтральная	очень низкая	нейтральная	5,0
деревья решений	низкая	высокая	высокая/нейтральная	высокая/нейтральная	5,0
дискриминантный анализ	высокая	низкая	высокая	высокая/нейтральная	10

Очевидно, что из перечисленных методов решаемой задачи наилучшим образом соответствует метод на основе дискриминантного анализа. Коэффициент его эффективности в данном случае равен 10.

На основании полученных результатов было решено использовать дискриминантный анализ для задачи классификации по определению ранга пожара.

Дискриминантный анализ – это инструмент статистики, который используется для принятия решения о том, какие переменные разделяют возникающие наборы данных. Анализ позволяет выяснить, действительно ли группы различаются между собой, и если да, то каким образом (какие переменные вносят наибольший вклад в имеющиеся различия).

По результатам проведённого дискриминантного анализа [13] отобраны наиболее информативные показатели из обучающей выборки статистики пожаров на производственных объектах. В качестве результата для ЛПП определяется условный признак сложности пожара (ранг пожара) и оценка количества необходимых сил и средств для его тушения.

С учётом всех показателей, оценка качества классификации каждого ранга демонстрирует следующие результаты:

– В 80% случаев 1 ранг прогнозируется успешно, в 20% случаев принимается за 2 ранг;

– В 75% случаев 2 ранг прогнозируется успешно, в 25% случаев принимается за 1 ранг;

– В 86% случаев 3 ранг прогнозируется успешно, в 14% случаев принимается за 2 ранг.

В результате решения задачи классификации по определению ранга пожара с использованием дискриминантного анализа было выявлено, что данные с БДП, имеющие 1 и 3 ранг пожара, прогнозируются лучше, чем по 2 рангу пожара. Это объясняется следующим: по рангу пожара 2 данных для классификации было недостаточно, чтобы получить полную количественную информацию для прогнозирования точного ранга пожара; прослеживается большой разброс данных и расплывчатость границ между смежными рангами, т.е. возможную принадлежность данных по рангу 2 к различным рангам по каждому параметру.

Вся вышеперечисленная работа, направлена на результативность деятельности пожарных подразделений, а также на сокращение количества пожаров, погибших, травмированных и уменьшение ущерба от пожаров, ориентирована на повышение эффективности работы ЛПР в сфере его деятельности. Важно отметить, что существуют множества других факторов, которые необходимо учитывать при проведении классификационной работы, непосредственно влияющие на определения ранга пожаров.

Список литературы

1. Ювица Н. В., Елеукулова А. Д. Современное состояние нефтегазовой отрасли Казахстана // Вестник университета Туран. – 2016. – № 4 (72). – С. 244-250.

2. Климовцов В. М. Решение задачи экспертной классификации определения ранга пожара с применением теории нечетких множеств // Материалы Международной научно-технической школы-конференции «Молодые ученые – науке, технологиям и профессиональному образованию». – М.: МИРЭА, 2003. – С. 313-316.

3. Гвоздик М. И., Абдулалиев Ф. А., Шилов А. Г. Использование нечеткого вывода Мамдани для определения ранга пожара // Матер. XII междунар. науч.-практ. конф. «Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире». – 2015. – № 12-1. – С. 88–92.

4. Заварихина О. С., Фариняк К. С., Салихова А. Х., Самойлов Д. Б. К вопросу о классификации причин пожаров при их статистическом учете на производственных объектах // Пожарная и аварийная безопасность объектов защиты. – 2018. – С. 91-96.

5. Тетерин И. М., Климовцов В. М., Прус Ю. В. Методология разработки экспертных систем для оперативного управления пожарными подразделениями. – М.: АГПС МЧС России. – 68 с.

6. Станкевич Т. С., Бутузов С. Ю., Рыженко А. А. Разработка алгоритма выбора ранга пожара и алгоритма прогнозирования площади пожара при тушении пожаров в морских портах // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2016. – № 7. – С. 109-116.

7. Станкевич Т.С. Информационно-аналитическая поддержка принятия управленческих решений при тушении пожаров в морских портах в условиях неопределенности // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2017. – № 4. – С. 71–80.

8. Рожков Ю. Ф., Кондакова М. Ю. Мониторинг состояния лесов с использованием кластерного анализа при дешифрировании космических снимков среднего и высокого разрешения // Наука и образование. – 2016 – № 3. – С. 95–101.

9. Кипер А. В., Станкевич Т. С. Разработка нечеткого классификатора на базе нечеткой системы Сугено для определения ранга пожара на территории морского порта // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2012. – № 2. – С. 18–25.

10. Мусайбеков А. Г. Современные проблемы и разработка концепции комплексного управления пожарной безопасностью на нефтеперерабатывающих предприятиях // Вестник Кокшетауского технического института. – 2018. – № 4 (32). – С. 83–86.

11. Podval'ny S. I. Intelligent modeling systems: design principles / S.L. Podval'ny, T.M. Ledeneva // Automation and remote control. – 2013. – Т. 74. – № 7. – С. 1201–1210.

12. Мусайбеков А. Г. Обработка базы данных прецедентов для определения решающих функций в задачах классификации // Вестник Кокшетауского технического института. – 2020. – № 2 (38). – С. 75–79.

13. Мусайбеков А. Г., Хабибулин Р. Ш. Решение задачи классификации для определения ранга пожара на основе дискриминантного анализа // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России. – 2020. – С. 149–155.

References

1. Juvica N. V., Elekulova A. D. Sovremennoe sostojanie neftegazovoj otrasli Kazahstana // Vestnik universiteta Turan. – 2016. – № 4 (72). – S. 244-250.

2. Klimovcov V. M. Reshenie zadachi jekspertnoj klassifikacii opredelenija ranga pozhara s primeneniem teorii nechetkih mnozhestv // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy shkoly-konferencii "Molodye uchenye – nauke, tehnologijam i professional'nomu obrazovaniju". – M.: MIRJeA, 2003. – S. 313-316.

3. Gvozdik M. I., Abdulaliev F. A., Shilov A. G. Ispol'zovanie nechetkogo vyvoda Mamdani dlja opredelenija ranga pozhara // Mater. XII mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Fundamental'nye i prikladnye issledovanija v sovremennom mire». – 2015. – № 12-1 – S. 88–92.

4. Zavarihina O. S., Farinjak K. S., Salihova A. H., Samojlov D. B. K voprosu o klassifikacii prichin pozharov pri ih statisticheskom uчете na proizvodstvennyh ob'ektah // Pozharnaja i avarijnaja bezopasnost' ob'ektov zashhity – 2018. – S. 91–96.

5. Teterin I. M., Klimovcov V. M., Prus Ju. V. Metodologija razrabotki jekspertnyh sistem dlja operativnogo upravlenija pozharnymi podrazdelenijami. – M.: AGPS MChS Rossii. – 68 s.

6. Stankevich T. S., Butuzov S. Ju., Ryzhenko A. A. Razrabotka algoritma vybora ranga pozhara i algoritma prognozirovaniya ploshhadi pozhara pri tushenii pozharov v morskikh portah // Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. – 2016. – № 7. – S. 109–116.

7. Stankevich T. S. Informacionno-analiticheskaja podderzhka prinjatija upravlencheskih reshenij pri tushenii pozharov v morskikh portah v uslovijah neopredelennosti // Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Serija: Upravlenie, vychislitel'naja tehnika i informatika, – № 4. – 2017. – S. 71–80.

8. Rozhkov Ju. F., Kondakova M. Ju. Monitoring sostojanija lesov s ispol'zovaniem klaster'nogo analiza pri deshifirovanii kosmicheskikh snimkov srednego i vysokogo razreshenija // Nauka i obrazovanie, 2016. – № 3. – S. 95–101.

9. Kiper A. V., Stankevich T. S. Razrabotka nechetkogo klassifikatora na baze nechetkoj sistemy Sugeno dlja opredelenija ranga pozhara na territorii morskogo porta // Vestnik

Astrahanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Serija: Morskaja tehnika i tehnologija. – 2012. – № 2. – S. 18–25.

10. Musaibekov A. G. Sovremennye problemy i razrabotka koncepcii kompleksnogo upravlenija požarnoj bezopasnost'ju na neftepererabatyvajushhih predpriyatijah // Zhurnal «Vestnik Kokshetauskogo tehničeskogo instituta». – 2018. – № 4 (32). – S. 83-86.

11. Podval'ny S. I. Intelligent modeling systems: design principles / S.L. Podval'ny, T.M. Ledeneva // Automation and remote control. – 2013. – T. 74. № 7. – S. 1201-1210.

12. Musaibekov A. G. Obrabotka bazy dannyh precedentov dlja opredelenija reshajushhih funkcij v zadachah klassifikacii // Vestnik Kokshetauskogo tehničeskogo instituta. – 2020. – № 2 (38). – S. 75-79.

13. Musaibekov, A. G. Habibulin, R. Sh. Reshenie zadachi klassifikacii dlja opredelenija ranga požara na osnove diskriminantnogo analiza // Požarnaja bezopasnost': sovremennye vyzovy. Problemy i puti reshenija: mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii. – Sankt-Peterburgskij universitet GPS MChS Rossii, 2020 g. – S. 149–155.

А. Ф. Мұсайбеков

*Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академия,
Көкшетау, Қазақстан*

ДИСКРИМИНАНТТЫ ТАЛДАУ НЕГІЗІНДЕ ӨРТ ДӘРЕЖЕСІН АНЫҚТАУ МОДЕЛІ МЕН НӘТИЖЕЛЕРІ

Аңдатпа. Мақалада өрт дәрежесін анықтайтын нақты мәселелерді шешуге арналған ғылыми жұмыстарға салыстырмалы талдау жасалған. Қаралған жарияланымдарда деректер көздері мыналар болды: ереже негіздері, өрттің статистикалық есебі, өртке қарсы іс-шараларды алдын-ала жоспарлау құжаттары, сараптамалық мәліметтер базасы. Талдау өрттің дәрежесін анықтау үшін қолданылған математикалық әдістер мен ақпараттық технологиялардың сипаттамасын қамтиды. Дискриминантты талдауды қолдану негізінде өрт дәрежесін белгілеу нәтижелері ұсынылып, талданады.

Түйінді сөздер: дискриминантты талдау, өрт дәрежесі, шешімдерді қолдау жүйесі, ақпараттық технологиялар.

A. G. Mussaibekov

*Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the
Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan*

MODEL AND RESULTS OF FIRE RANK DETERMINATION BASED ON DISCRIMINANT ANALYSIS

Abstract. The article presents a comparative analysis of scientific works on solving particular problems that determine the rank of a fire. In the reviewed publications, the data sources were: rule bases, statistical accounting of fires, preliminary planning documents for fire protection actions, expert databases. The analysis includes a description of the mathematical methods and information technologies that were used to determine the rank of the fire. The results for establishing the rank of fire based on the application of discriminant analysis are presented and analyzed.

Keywords: discriminant analysis, fire rank, decision support system, information technology.

Авторлар туралы мәлімет / Сведения об авторах / Information about the authors

Асхат Ғайнуллаұы Мұсайбеков – Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясының ақпараттық жүйелер және технологиялар жалпы техникалық пәндер кафедрасының аға оқытушысы. Қазақстан, Көкшетау, Ақан-сері к-сі, 136. E-mail: lettermus@mail.ru

Мусайбеков Асхат Ғайнуллаұлы – старший преподаватель кафедры общетехнических дисциплин информационных систем и технологий Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана-серэ, 136. E-mail: lettermus@mail.ru

Askhat Mussaibekov – senior lecturer of the Department of General Technical Disciplines of Information Systems and Technologies of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, 136 Akana-sere st. E-mail: lettermus@mail.ru