

**А. Ғ. Мұсайбеков**

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

## **ӨРТ КҮРДЕЛІЛІГІНІҢ ШАРТТЫ БЕЛГІСІН АНЫҚТАУ КЕЗІНДЕ ДИСКРИМИНАНТТЫҚ ТАЛДАУДЫ ҚОЛДАНУ**

*Аңдатпа:* Мақалада дискриминантты талдау негізінде қорғаныс объектісіндегі өрттің күрделілігінің шартты белгісін анықтау міндеті қарастырылған. Дискриминантты талдау жүргізу үшін мұнай өңдеу объектілерінен өрттер бойынша деректер базасы құрылды. Деректер базасынан деректердің 75 %-ы оқыту үшін алынған, ал қалған 25 %-ы апробациялауға арналған. Оқу үлгісін сыныптарға бөлу кезінде мұғаліммен оқыту міндеті қолданылады. Статистикалық мәліметтерді өңдеу үшін Matlab бағдарламалық-математикалық кешені қолданылды. Нақты болжау пайыздарымен матрица түрінде әр дәреженің жіктеу сапасын бағалау жүргізілді. Дискриминантты талдау оқу үлгісінен ең ақпараттық коэффициенттерді таңдауға және олардың негізінде әр өрттің күрделілігінің шартты белгісін анықтауға мүмкіндік берді.

*Түйінді сөздер:* дискриминантты талдау, өрттің күрделілігінің шартты белгісі, шешім қабылдауды қолдау жүйесі, өрт қауіпсіздігі, қорғау объектісі.

Қазақстан Республикасында мұнай өңдеу объектілерінің жұмыс істеу қауіптілігі үлкен аудандарды қамтитын өрт қауіпті жағдайлардың туындау ықтималдығымен және осы объектілердің ерекше ерекшелігіне байланысты оларды оқшаулау қиындығымен байланысты. Мұндай объектілердегі өрттер әлеуметтік, экологиялық және экономикалық сипаттағы жағымсыз салдарлардан туындаған қауіптің жоғары дәрежесімен сипатталады. Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету саласындағы ахуалды талдау күрделі объектілерді басқару тәсілдерін трансформациялау қажеттігін көрсетеді. Қойма объектілеріндегі өрт қауіпсіздігін басқаруды кешенді қолдауды іске асыру үшін шешім қабылдауды қолдау жүйелерінің технологиясын (СБӨЖ) интеграциялау талап етіледі. Бұл проблема күрделі жүйелердің қауіпсіздігін басқару бойынша шешім қабылдау жүйелерін модельдеу тәсілдерін көрсететін іргелі зерттеулерде қамтылған (В. Н. Бурков, Д. А. Новиков [1], Д. В. Тупиков [2], А. В. Минаев, Н. Г. Топольский [3], Е.А. Мешалкин, А.П. Абрамов, В. Т. Олейников [4] және т.б.).

Алайда, қазіргі уақытта шешім қабылдауды қолдаудың кешенді жүйелерін кеңінен қолдануға қарамастан, өрт қауіпсіздігі жоғары объектілерді қоса алғанда, күрделі жүйелердің қажетті қауіпсіздік деңгейін қамтамасыз ететін құралдар салыстырмалы түрде шектеулі.

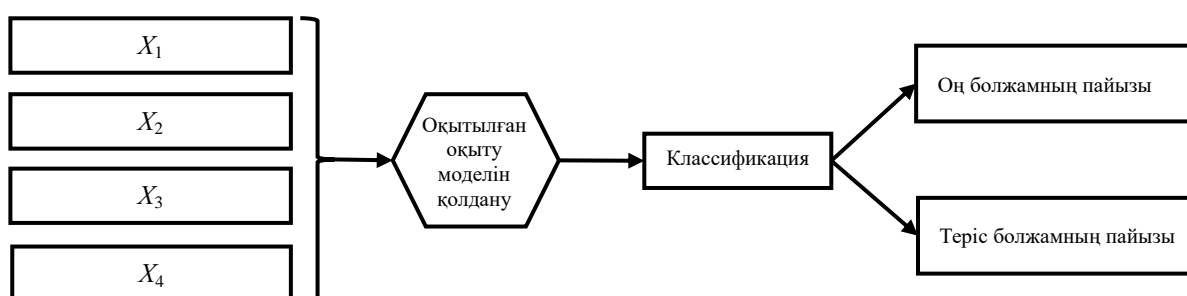
Авариялық жағдайлардың көпшілігі (шамамен 75 %) адами фактор себебінен болады және кадрлардың даярлық деңгейімен, оларда талап етілетін практикалық тәжірибенің, төтенше жағдайлар (ТЖ) [5-6]. кезінде басқару дағдыларының болуымен байланысты. Тәжірибе мен қателіктер арқылы басқарушы персоналдың құзыреттілік деңгейін арттыруға жол берілмейтіндіктен, өрт күрделілігінің шартты белгілерін анықтау, оны жою үшін қажетті күштер мен құралдардың санын бағалау мүмкіндігі

бар шешімдерді қолдаудың мамандандырылған зияткерлік жүйелерін құру ерекше өзекті болып табылады. Мұнай өңдеу объектілерін өрттен қорғау мәселелері бойынша қолда бар ақпараттың пайдаланылуы мен құндылығын оңтайландыру үшін өрт күрделілігінің шартты белгілерін анықтау үшін дискриминанттық талдауды қолдану міндеті қойылады [7].

Статистикалық деректерді талдау жүйесін қалыптастыру үшін соңғы 10 жыл ішінде мұнай өңдеу объектілерінде болған барлық өрттер мен ТЖ түрлері алынды. Олардың негізінде өрт туралы мәліметтер базасы құрылды [8].

Дискриминантты талдаудың негізгі идеясы-популяциялар қандай-да бір айнымалының орташа мәні бойынша ерекшеленетінін анықтау, содан кейін осы айнымалыны жаңа мүшелер үшін олардың белгілі бір топқа жататындығын болжау үшін пайдалану. Егер белгілі бір айнымалының орташа мәні екі популяция үшін айтарлықтай ерекшеленсе, онда айнымалы популяция деректерін бөледі деп айтуға болады [9].

Оқу үлгісін сыныптарға бөлу үшін біз мұғаліммен (Supervised learning) оқыту міндетін қолданамыз – келесі мәселені шешуге арналған машиналық оқыту бөлімдерінің бірі. Жауаптар мен нысандар арасында белгілі бір байланыс бар, бірақ ол белгісіз. Оқу үлгісі деп аталатын «объект, жауап» пакеттерінің соңғы жиынтығы ғана белгілі (1 - сурет).



1 сурет – Талдаудың схемалық көрінісі мұғаліммен оқыту

Оқытушымен бірге оқытуды екі негізгі кезеңге бөлеміз:

1) Машиналық оқыту моделін оқыту кезеңі. Кіре берісте бізде  $X$  және  $Y$ -мен жиналған барлық мәліметтер бар, ал шығуда біз болашақта қолдануға болатын дайындалған үлгіні аламыз.

2) Оқытылған модельді тікелей қолдану кезеңі. Кіру кезінде жаңа деректер тек  $X$  енгізіледі, нәтижесінде  $Y$  шешімінің нәтижесі шамамен алынады.

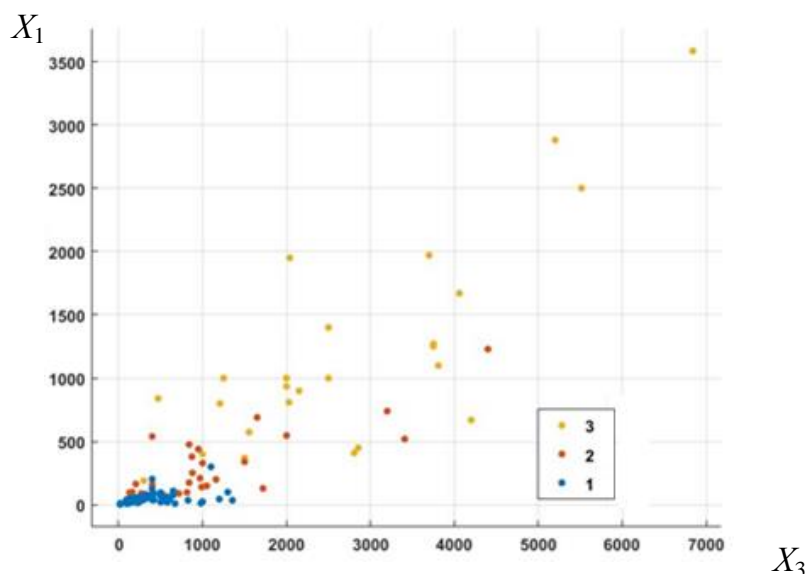
Объектілер кластары арасындағы жіктеу айырмашылықтарын қарастырыңыз және алынған нәтижелерді графикалық түрде түсіндіріңіз. Оқыту үшін өрт бойынша жинақталған деректердің 75 % алынады, содан кейін оларды қолда бар деректердің қалған 25 % - ына апробациялаймыз.

Есептеу экспериментінің нәтижелерін өңдеу кезінде деректердің үлкен көлемін статистикалық талдау қажет, осыған байланысты осы процесті автоматтандыру үшін ақпараттық технологияларды қолдану қажет. *Matchcad, Matlab, Maple, Maxima, Statistica* және т.б. сияқты заманауи бағдарламалық құралдар пайдаланушы әзірлеген

кіріктірілген функцияларды немесе алгоритмдерді қолдана отырып, эксперименттік деректерді өңдеуге байланысты көптеген мәселелерді шешуге мүмкіндік береді.

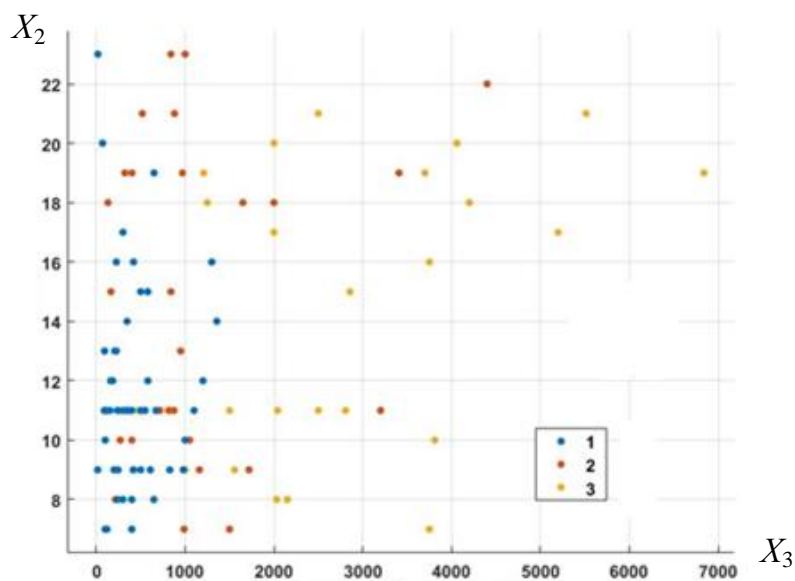
*Matlab* бағдарламалық-математикалық кешенінде статистикалық мәліметтерді өңдеуге қажетті көптеген стандартты функциялар, зерттеу нәтижелерін визуализациялауға арналған графикалық құралдар, сонымен қатар деректермен алмасу үшін *MS Excel* форматындағы файлдармен біріктіру мүмкіндігі бар [10].

Бастапқы деректерді өңдеу нәтижелерінде бастапқы деректері бар  $X_1$  және  $X_3$  келесі түрде болатын графиктер қалыптастырылған (2-сурет).



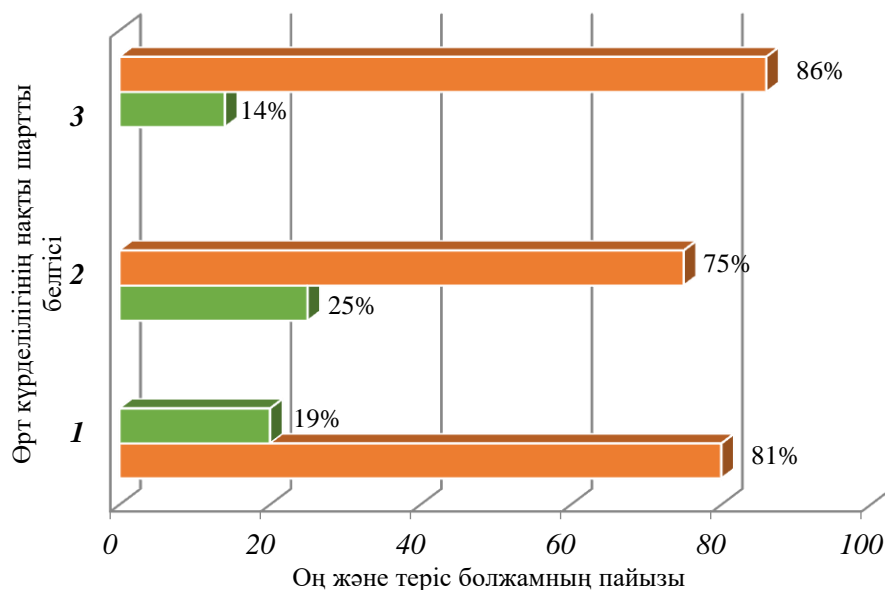
2 сурет – Өрт күрделілігінің 3 шартты белгілері үшін  $X_1$ -ден  $X_3$ -ке тәуелділіктің бастапқы деректерінің кестесі

Модельдік деректер негізінде болжау нәтижелері бар диаграммалар (3-суретте) ұсынылған



3 сурет – Өрт күрделілігінің 3 шартты белгілері үшін  $X_2$ -ден  $X_3$ -ке тәуелділіктің бастапқы деректерінің кестесі

Өрттің күрделілігінің әрбір шартты белгісін дәл болжау пайыздарымен жіктеу сапасына бағалау жүргізілді (4-сурет).



4 сурет – Өрт дәрежесін болжаудың дәлдігін көрсететін Матрица

Барлық 4 көрсеткішті ескере отырып, өрт күрделілігінің әрбір шартты белгісін жіктеу сапасын бағалау мынадай нәтижелерді көрсетеді:

- 81 % жағдайда 1 өрт күрделілігінің шартты белгісі сәтті болжанады, 19 % жағдайда 2 шартты белгі ретінде қабылданады.
- 75 % жағдайда 2 өрт күрделілігінің шартты белгісі сәтті болжанады, 25 % жағдайда 1 шартты белгі ретінде қабылданады.
- 86 % жағдайда 3 өрт күрделілігінің шартты белгісі сәтті болжанады, 14 % жағдайда 2 шартты белгі ретінде қабылданады.

Осылайша, дискриминанттық талдауды қолдана отырып, өрттің күрделілігінің шартты белгісін анықтау мәселесін шешу нәтижесінде 1 және 3 шартты өрт күрделілігі белгісі бар өрттер бойынша жинақталған мәліметтер 2 шартты белгіге қарағанда жақсы болжанатыны анықталды. Себебі: өрттің күрделілігінің шартты белгісі бойынша анықтау үшін 2 деректер жеткіліксіз болды; өрт параметрлері бойынша деректер теңгерімсіз; деректердің үлкен шашырауы байқалады.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Бурков В. Н., Новиков Д. А. Теория активных систем: состояние и перспективы. – М.: СИНТЕГ, 1999. – 128 с.
2. Тупиков Д. В. Модели и алгоритмы поддержки принятия решений по обеспечению пожарной безопасности на промышленных предприятиях: диссертация кандидата технических наук: 05.13.01 / [Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.] - Саратов, 2015- 103 с.
3. Минаев В. А., Топольский Н. Г. Методы и модели управления пожарными рисками на основе теории активных систем // Матер. междунар. науч.-практ. конф. "Теория активных систем – ТАС 2014". – М.: изд-во ИПУ РАН – 2014. – С. 175-176.

4. Николайчук О. А. Методы, модели и инструментальное средство для исследования надежности и безопасности сложных технических систем: диссертация доктора технических наук : 05.13.01; [Ин-т систем. анализа РАН]. – Иркутск, 2011.– 268 с.
5. Доан Д. Х., Крошилин А. В., Крошилина С. В. Обзор подходов к проблеме принятия решений в медицинских информационных системах в условиях неопределенности // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 12-1. – С. 26-30.
6. Шерстюк В. Г., Бень А. П. Гибридная интеллектуальная СППР для управления судном // *Искусственный интеллект*. – 3'2008. – С. 490-499.
7. 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.
8. Мусайбеков А. Г. Модель и результаты определения ранга пожара на основе дискриминантного анализа // *Наука и образование в гражданской защите*. – 2021. – № 3. – С. 27-32.
9. Боровский А. В., Раковская Е. Е., Бисика А. Л. Дискриминантный анализ технических коротких текстов // *Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика*. – 2018. – № 2. – С. 53-60.
10. Анисимова Г. Д., Евсеева С. И. О применении Matlab к решению статистических задач // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. – 2018. – № 14-4. – С. 960-965.

#### References

1. Burkov V. N., D. A. Novikov. *Teoriya aktivny`x sistem: sostoyanie i perspektivy`*. – М.: SINTEG, 1999. – 128 s.
2. Tupikov D. V. *Modeli i algoritmy` podderzhki prinyatiya reshenij po obespecheniyu pozharnoj bezopasnosti na promy`shlenny`x predpriyatiyax: dissertaciya kandidata texnicheskix nauk: 05.13.01 / [Saratovskij gosudarstvenny`j texnicheskij universitet imeni Gagarina Yu.A.] - Saratov, 2015. – 103 s.*
3. Minaev V. A., Topol'skij N. G. *Metody` i modeli upravleniya pozharny`mi riskami na osnove teorii aktivny`x sistem // Mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. "Teoriya aktivny`x sistem – TAS 2014". – М.: izd-vo IPU RAN, 2014. – S. 175-176.*
4. Nikolajchuk O.A. *Metody`, modeli i instrumental`noe sredstvo dlya issledovaniya nadezhnosti i bezopasnosti slozhny`x texnicheskix sistem : dissertaciya doktora texnicheskix nauk : 05.13.01; [In-t sistem. analiza RAN]. – Irkutsk, 2011.– 268 s.*
5. Doan D. X., Kroshilin A. V., Kroshilina S. V. *Obzor podxodov k probleme prinyatiya reshenij v medicinskix informacionny`x sistemax v usloviyax neopredelennosti // Fundamental`ny`e issledovaniya*. – 2015. – № 12-1. – S. 26-30.
6. Sherstyuk V.G., Ben` A.P. *Gibridnaya intellektual`naya SPPR dlya upravleniya sudnom // Iskustvenny`j intellekt*. – 3'2008. – S. 490-499.
7. Podval'ny S. I. *Intelligent modeling systems: design principles / S.L. Podval'ny, T.M. Ledeneva // Automation and remote control*. – 2013. – Т. 74. – № 7. – S. 1201-1210.
8. Musajbekov A. G. *Model` i rezul`taty` opredeleniya ranga pozhara na osnove diskriminantnogo analiza // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashhite*. – 2021. – № 3. – S. 27-32.
9. Borovskij A. V., Rakovskaya E. E., Bisika A. L. *Diskriminantny`j analiz texnicheskix korotkix tekstov // Vestnik AGTU. Ser.: Upravlenie, vy`chislitel`naya texnika i informatika*. – 2018. – № 2. – S. 53-60.
10. Anisimova G. D., Evseeva S. I. *O primenenii Matlab k resheniyu statisticheskix zadach // Sovremenny`e informacionny`e tehnologii i IT-obrazovanie*. – 2018. – № 14-4. – S. 960-965.

А. Г. Мусайбеков

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

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ УСЛОВНОГО ПРИЗНАКА СЛОЖНОСТИ ПОЖАРА

*Аннотация:* В статье рассмотрена задача определения условного признака сложности пожара на объекте защиты на основе дискриминантного анализа. Для проведения дискриминантного анализа была создана база данных по пожарам с объектов нефтепереработки. С базы данных 75 % данных взято для обучения, а оставшиеся 25 % предназначены для апробации. При разделении обучающей выборки на классы применена задача обучения с учителем. Для статистической обработки данных был использован программно-математический комплекс Matlab. Проведена оценка качества классификации каждого ранга в виде матрицы с процентами точного прогнозирования. Проведенный дискриминантный анализ позволил отобрать наиболее информативные коэффициенты из обучающей выборки и на их основе определить, условны признак сложности каждого произошедшего пожара.

*Ключевые слова:* дискриминантный анализ, условный признак сложности пожара, система поддержки принятия решений, пожарная безопасность, объект защиты.

A. G. Mussaibekov

*Civil Defence Academy named after Malik Gabdullin MES  
of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan*

## THE USE OF DISCRIMINANT ANALYSIS IN DETERMINING THE CONDITIONAL SIGN OF FIRE COMPLEXITY

*Abstract:* The article considers the problem of determining a conditional sign of the complexity of a fire at a protection facility based on discriminant analysis. To carry out discriminant analysis, a database on fires from oil refining facilities was created. 75 % of the data from the database is taken for training, and the remaining 25 % is intended for testing. When dividing the training sample into classes, the task of teaching with a teacher is applied. The Matlab software and mathematical complex was used for statistical data processing. The quality of classification of each rank is evaluated in the form of a matrix with percentages of accurate prediction. The conducted discriminant analysis made it possible to select the most informative coefficients from the training sample and, based on them, determine whether the sign of complexity of each fire occurred is conditional.

*Key words:* discriminant analysis, conditional sign of fire complexity, decision support system, fire safety, object of protection.

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

*Асхат Ғайнуллаұы Мұсайбеков* – техника ғылымдарының кандидаты, Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы ақпараттық жүйелер мен технологиялар жалпы техникалық пәндер кафедрасының доценті. Қазақстан, Көкшетау, Ақан Сері к-сі, 136. E-mail: lettermus@mail.ru

*Мусайбеков Асхат Ғайнуллаұлы* – кандидат технических наук, доцент кафедры общетехнических дисциплин информационных систем и технологий Академии гражданской защиты им. М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана Серэ, 136. E-mail: lettermus@mail.ru

*Mussaibekov Askhat* – Candidate of Technical Sciences, Assistant professor of the Department of General Technical Disciplines of Information Systems and Technologies of the Civil Defence Academy named after Malik Gabdullin MES of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, st. Akana Sere, 136. E-mail: lettermus@mail.ru