

УДК 614.8:355.58
МРНТИ 78.25.12

А. А. Абдрахманов, Ж. Х. Хасенов, Д. А. Дауренов, С. Н. Мусаифов

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

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ОБОСНОВАНИЯ
РАЦИОНАЛЬНОГО ВАРИАНТА ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ
УЧЕБНЫХ МЕСТ СПЕЦИАЛЬНОГО ВОЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ
СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ РАДИАЦИОННОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ
И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ**

Аннотация. В статье представлена проблемная ситуация в области подготовки специалистов радиационной, химической и биологической защиты и определены возможные направления ее разрешения. На основе выявленного противоречия сформулирована научная гипотеза, реализация которой позволит повысить уровень подготовки специалистов для выполнения задач радиационной, химической и биологической защиты населения и территорий. Сформулирована научная задача обоснования рационального варианта технического оснащения учебных мест для подготовки специалистов в области радиационной, химической и биологической защиты и представлена ее постановка в формализованном виде. Разработана блок-схема алгоритма решения оптимизационной задачи обоснования рационального варианта технического оснащения учебных мест.

Ключевые слова: техническое оснащение учебных мест, уровень подготовки специалистов, спасательные воинские формирования, радиационная, химическая и биологическая защита, формализованная постановка задачи, частные задачи исследования.

Введение. В статье [1] был проведен анализ содержания отчетов о проведении государственной итоговой аттестации и отзывов на выпускников ряда военных образовательных организаций высшего образования, который позволил сделать вывод о том, что по отдельным направлениям деятельности уровень подготовки выпускников не в полной мере удовлетворяет квалификационным требованиям к военно-профессиональной подготовке специалистов, а степень сформированности отдельных компетенций не соответствует динамично изменяющемуся характеру задач профессиональной деятельности в современных условиях.

В работе [2] была выявлена проблемная ситуация, заключающаяся в недостаточном уровне знаний, умений и навыков выпускников Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан по некоторым направлениям подготовки в области радиационной, химической и биологической (РХБ) защиты населения. В подтверждение этому были приведены данные, свидетельствующие о том, что в ходе командно-штабных и командно-тактических учений не более 50 процентов отрабатываемых задач выполняется за нормативное время.

В работе [3] были проанализированы возможные направления разрешения выявленной проблемной ситуации и сделан вывод о том, что для их реализации

потребуется значительные финансовые, материальные, людские, временные и другие ресурсы. Таким образом, результаты анализа возможных направлений разрешения проблемной ситуации позволили сформулировать следующее противоречие в практике:

- с одной стороны, предложенные направления разрешения проблемной ситуации позволяют повысить уровень профессиональной подготовки специалистов в области РХБ защиты;

- с другой стороны, реализация этих направлений требует значительных финансовых, временных и других ресурсов, объем которых ограничен.

На основе выявленного противоречия может быть сформулирована научная гипотеза его разрешения, заключающаяся в том, что общий уровень подготовки специалистов в области РХБ защиты можно повысить за счет решения оптимизационной задачи, предусматривающей выбор рационального варианта технического оснащения по каждому направлению подготовки с учетом ограничений на время обучения и выделяемые финансовые ресурсы.

Формализованная постановка задачи

Исходными данными для решения данной оптимизационной задачи являются:

$B = (b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_n)$ – перечень наименований направлений подготовки (учебных мест) специалистов в области РХБ защиты, где b_i – наименование i -го учебного места, $i = \overline{1, n}$, n – количество учебных мест;

$X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{im})$ – перечень вариантов технического оснащения i -го направления подготовки (учебного места), где x_{ij} – j -ый вариант технического оснащения i -го учебного места, $j = \overline{1, m}$, m – количество вариантов технического оснащения i -го учебного места;

$C_{ij} = (c_{ij1}, c_{ij2}, \dots, c_{ijh}, \dots, c_{ijH})$ – перечень элементов, входящих в состав j -го варианта технического оснащения i -го учебного места, где c_{ijh} – наименование h -го элемента технического оснащения, $h = \overline{1, H}$, H – общее количество элементов;

S_{ijh} – стоимость h -го элемента, входящего в состав j -го варианта технического оснащения i -го учебного места;

S_6 – количество выделенных финансовых ресурсов для технического оснащения всех учебных мест;

T_3 – время, отводимое на подготовку специалистов в области РХБ защиты на всех учебных местах;

$U_{i \min}$ – минимально допустимый уровень подготовки специалистов на i -ом учебном месте.

Для заданных исходных данных необходимо из множества альтернативных вариантов технического оснащения каждого учебного места выбрать такие (x_{ij}) , при которых общий уровень подготовки специалистов будет максимальным при ограничениях на выделяемые финансовые ресурсы и время обучения

$$U = \sum_{i=1}^n U_i(U_{ij}(x_{ij}, t_i)) \Rightarrow \max_{t_i, x_{ij}} \quad (1)$$

при ограничениях

$$S = \sum_{i=1}^n S_i(x_{ij}) \leq S_6; T = \sum_{i=1}^n t_i \leq T_3; U_i(U_{ij}(x_{ij}, t_i)) \geq U_{i \min}, \quad (2)$$

где: $U_i = f(U_{ij}(x_{ij}, t_i))$ – значение уровня подготовки специалистов на i -ом учебном месте при заданных вариантах технического оснащения и времени, отведенного на подготовку;

$U_{ij} = f(U_{ij}^p(x_{ij}, t_i))$, U_{ij}^p – оценка уровня подготовки, выставленная p -ым экспертом при заданных вариантах технического оснащения i -го учебного места и времени, отведенного на подготовку;

$S(x_{ij}) = \sum_{h=1}^H S_{ijh}$ – требуемые финансовые ресурсы для реализации j -го варианта технического оснащения i -го учебного места;

$t_i = f(K_i, T_3)$ – время, отведенное для обучения специалистов на i -ом учебном месте.

Значение коэффициента значимости i -го учебного места K_i определяется из выражения

$$K_i = f(V_{чк}, M_{ичк}, V_i), \quad (3)$$

где $V_{чк}$ – вектор локальных приоритетов частных критериев, значения которых необходимо учитывать при определении рациональных значений времени подготовки на каждом учебном месте;

$M_{ичк}$ – матрица локальных приоритетов учебных мест по каждому частному критерию;

V_i – вектор глобальных приоритетов учебных мест.

В обобщенном виде исходные данные для решения задачи обоснования рационального варианта технического оснащения учебных мест представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для решения задачи

Наименование направления подготовки (учебных мест)	Рациональное значение времени на подготовку	Варианты технического оснащения учебных мест, уровень подготовки / стоимость оснащения					
		1	2	...	j	...	m
b_1	t_1	U_{11} S_{11}	U_{12} S_{12}	...	U_{1j} S_{1j}	...	U_{1m} S_{1m}
b_2	t_2	U_{21} S_{21}	U_{22} S_{22}	...	U_{2j} S_{2j}	...	U_{2m} S_{2m}
...	...	...	...	...	...	...	...
b_i	t_i	U_{i1} S_{i1}	U_{i2} S_{i2}	...	U_{ij} S_{ij}	...	U_{im} S_{im}
...	...	...	...	...	...	...	...
b_n	t_n	U_{n1} S_{n1}	U_{n2} S_{n2}	...	U_{nj} S_{nj}	...	U_{nm} S_{nm}

Алгоритм решения задачи

Сформулированная задача может быть решена на основе применения градиентного метода, суть которого заключается в отыскании экстремального значения целевой функции путем последовательных шагов по направлению градиента [4, 5]. При этом на каждом шаге выбирается такой вариант технического оснащения, который обеспечивает максимальное значение уровня подготовки специалистов на единицу затрат или, иными словами, вариант технического оснащения, который характеризуется максимальным отношением приращения уровня подготовки к приращению затрат на техническое оснащение учебных мест.

Укрупненная блок-схема алгоритма обоснования рационального варианта технического оснащения учебных мест представлена на рисунке 1.

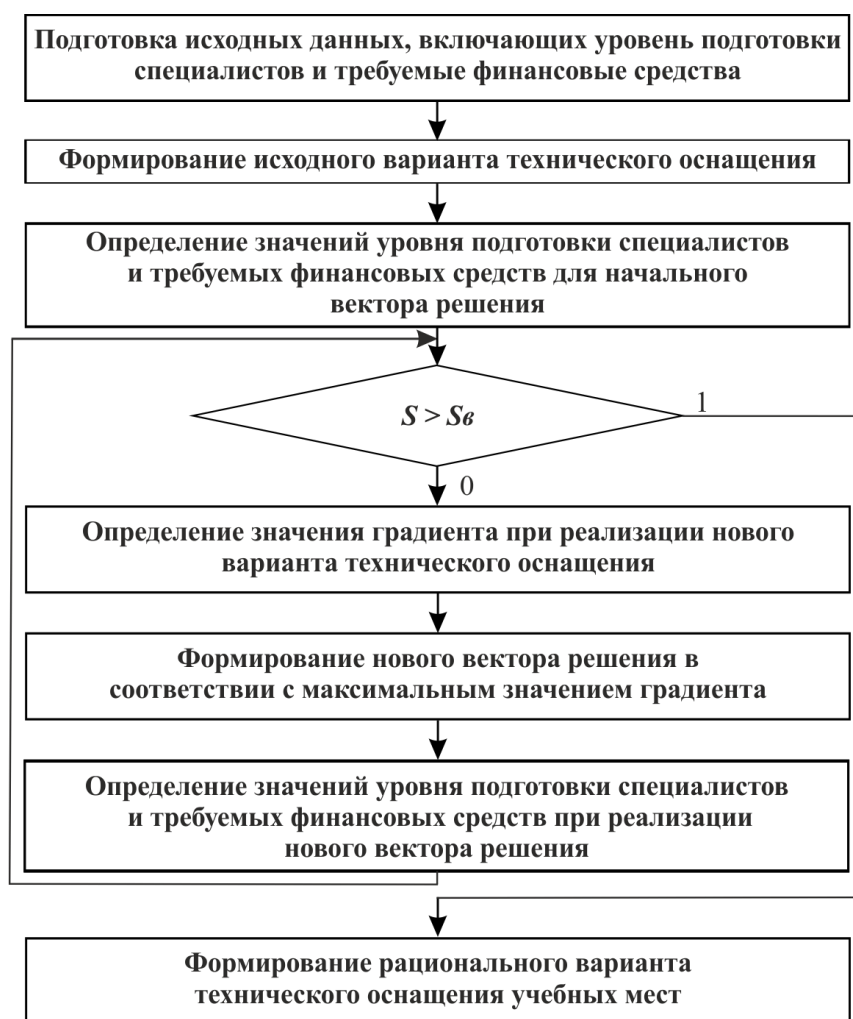


Рисунок 1 – Укрупненная блок-схема алгоритма обоснования рационального варианта технического оснащения учебных мест

Основными этапами алгоритма являются:

1. Подготовка исходных данных, включающих уровень подготовки специалистов и требуемые финансовые средства для исследуемых вариантов технического оснащения учебных мест (таблица 1).

2. Формирование исходного варианта технического оснащения всех учебных мест (начального вектора решения). При этом текущей переменной k присваиваем значение 0 ($k = 0$).

В качестве исходного варианта принимается первый вариант технического оснащения, для которого $j=1$. Исходный вариант технического оснащения характеризуется минимальным значением уровня подготовки специалистов на каждом учебном месте – U_{il} и минимальной суммарной стоимостью всех элементов, входящих в состав технического оснащения каждого учебного места.

3. Для исходного варианта технического оснащения учебных мест $X^0 = (x_{i1}^0), \forall i = \overline{1, n}$ определяются:

1) среднее значение уровня подготовки специалистов:

$$U^0 = \sum_{i=1}^n \frac{U_i(x_{i1}^0)}{n}, \quad (4)$$

2) требуемые финансовые средства для реализации исходного варианта технического оснащения:

$$S^0 = \sum_{i=1}^n S_i(x_{i1}^0). \quad (5)$$

4. Полученное значение требуемых финансовых средств S^0 сравнивается с объемом выделенных ресурсов S_e . При $k = 0$ осуществляется проверка выполнения условия $S^k > S_e$, при его выполнении следует вывод о том, что задача решения не имеет. При выполнении условия $S^k \leq S_e$ осуществляется переход к формированию нового варианта технического оснащения, при этом переменная k принимает значение $k=k+1$.

Значения градиента (приращение уровня обученности на единицу затрат) при реализации нового варианта технического оснащения для каждого учебного места определяется из выражения:

$$h_i^k = \frac{U_i(x_{i,j+1}^{k-1}) - U_i(x_{ij}^{k-1})}{S_i(x_{i,j+1}^{k-1}) - S_i(x_{ij}^{k-1})}, \quad (6)$$

где x_{ij} – j -ый вариант технического оснащения i -го учебного места.

На основе полученных значений градиента (приращение уровня обученности на единицу затрат) определяется максимальное значения $h_i^{(1)*} = \max_i h_i^{(1)}$ и формируется новый вектор решения задачи (вариант технического оснащения учебных мест) X^k с элементами

$$x_{ij}^k = x_{ij}^{k-1}, \text{ для } i = \overline{1, n}, i \neq i^*, \\ x_{ij}^k = x_{i,j+1}^{k-1} \text{ для } i = i^*.$$

При реализации нового вектора решения задачи определяются среднее значение уровня подготовки специалистов и объем требуемых финансовых средств по формулам:

$$U^k = \sum_{i=1}^n \frac{U_i(x_{ij})}{n}, \quad (7)$$

$$S^k = \sum_{i=1}^n S_i(x_{ij}). \quad (8)$$

Полученные значения требуемых финансовых средств нового варианта технического оснащения S^k сравниваются с объемом выделенных ресурсов S_6 . При выполнении условия $S^k < S_6$, значение k увеличивается на единицу и определяются значения градиента при реализации нового варианта технического оснащения для каждого учебного места из выражения (3).

Циклическое решение по данному алгоритму осуществляется до тех пор, пока не будет выполнено следующее условие $S^k > S_6$. При выполнении данного условия формируется рациональный вариант технического оснащения всех учебных мест из выражения:

$$X^* = X^{k-1}, U^* = U^{k-1} \quad (9)$$

Значения уровня подготовки для данного варианта определяется из выражения $U^* = U^{k-1}$.

Заключение

В статье представлены основные положения научно-методического аппарата, предназначенного для решения оптимизационной задачи выбора рационального варианта технического оснащения учебных мест центра подготовки специалистов в области РХБ защиты с учетом:

- распределения времени подготовки на каждом учебном месте;
- значений уровня подготовки специалистов при реализации заданного варианта технического оснащения конкретного учебного места;
- требуемых финансовых затрат на реализацию заданного варианта технического оснащения конкретного учебного места;
- объема выделенных финансовых ресурсов для технического оснащения всех учебных мест.

Реализация рационального варианта технического оснащения всех учебных мест обеспечит максимальный уровень подготовки специалистов в области РХБ защиты.

Практическая значимость методики заключается в возможности её использования в системе подготовки персонала опасных производственных объектов и аварийно-спасательных подразделений. Представленные в статье результаты получены в рамках грантовой научно-исследовательской работы ИРН AP23488650 (2024–2026 гг.) «Методика обоснования рационального варианта технического оснащения учебных мест специального военного образовательного учреждения, предназначенных для подготовки специалистов в области РХБ защиты», финансируемой Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан. Полученные результаты подтверждают целесообразность дальнейшего развития методики и её внедрения в практику подготовки сил реагирования с учётом специфики потенциально опасных объектов и условий их функционирования.

Список литературы

1. Колмычков И.М., Кондратьев Е.Б., Мазаник А.И., Исаев Д.А. Анализ проблемной ситуации подготовки выпускников военных образовательных учреждений высшего образования // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – Химки: ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России». – 2023. – № 4. – С. 6-16.
2. Абдрахманов А.А., Мазаник А.И., Дружинин В.П., Малинин Р.С. Анализ существующей системы профессиональной подготовки сотрудников гражданской защиты в области радиационной, химической и биологической защиты в Кокшетауском техническом институте Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – Химки: ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России». – 2019. – № 4. – С. 32-37.
3. Абдрахманов А.А., Кабашев Б.М., Дауренов Д.А. Анализ существующей системы подготовки специалистов в области радиационной, химической и биологической защиты в специальных, военных образовательных учреждениях // Наука и образование в гражданской защите. – 2024. – № 4 (56). – С. 78-84.
4. Баскаков В.В., Усатенко О.В., Фомин А.Н. Методология обоснования рациональных вариантов программ вооружения на базе методов теории полезности. Часть 1. – Москва: Изд-во «Министерство обороны РФ», 2010. – 271 с.
5. Харчистов Б.Ф. Методы оптимизации: учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. – 140 с.

References

1. Kolmychkov I.M., Kondrat'ev E.B., Mazanik A.I., Isaev D.A. Analiz problemnoj situacii podgotovki vypusknikov voennyh obrazovatel'nyh uchrezhdenij vysshego obrazovaniya // Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoj zashchity. – Himki: FGBVOU VO «Akademiya grazhdanskoj zashchity MCHS Rossii». – 2023. – № 4. – S. 6-16.
2. Abdrahmanov A.A., Mazanik A.I., Druzhinin V.P., Malinin R.S. Analiz sushchestvuyushchej sistemy professional'noj podgotovki sotrudnikov grazhdanskoj zashchity v oblasti radiacionnoj, himicheskoy i biologicheskoy zashchity v Kokshetauskom tekhnicheskom institute Komiteta po chrezvychajnym situacijam MVD Respubliki Kazahstan // Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoj zashchity. – Himki: FGBVOU VO «Akademiya grazhdanskoj zashchity MCHS Rossii». – 2019. – № 4. – S. 32-37.
3. Abdrahmanov A.A., Kabashev B.M., Daurenov D.A. Analiz sushchestvuyushchej sistemy podgotovki specialistov v oblasti radiacionnoj, himicheskoy i biologicheskoy zashchity v special'nyh, voennyh obrazovatel'nyh uchrezhdeniyah // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashchite. – 2024. – № 4 (56). – S. 78-84.
4. Baskakov V.V., Usatenko O.V., Fomin A.N. Metodologiya obosnovaniya racional'nyh variantov programm vooruzheniya na baze metodov teorii poleznosti. CHast' 1. – Moskva: Izd-vo «Ministerstvo oborony RF», 2010. – 271 s.
5. Harchistov B.F. Metody optimizacii: Uchebnoe posobie. – Taganrog: Izd-vo TRTU, 2004. – 140 s.

А. А. Абдрахманов, Ж. Х. Хасенов, Д. А. Дауренов, С. Н. Мусаифов

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

РАДИАЦИЯЛЫҚ, ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚОРҒАУ САЛАСЫНДА
МАМАНДАР ДАЯРЛАУҒА АРНАЛҒАН АРНАЙЫ ӘСКЕРИ БІЛІМ БЕРУ МЕКЕМЕСІНІҢ
ОҚУ ОРЫНДАРЫН ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАРАҚТАНДЫРУДЫҢ ҰТЫМДЫ НҰСҚАСЫН
НЕГІЗДЕУ ӘДІСТЕМЕСІНІҢ НЕГІЗГІ ЕРЕЖЕЛЕРІ

Аңдатпа. Мақалада радиациялық, химиялық және биологиялық қорғау мамандарын даярлау саласындағы проблемалық жағдай ұсынылған және оны шешудің мүмкін бағыттары анықталған. Анықталған қарама-қайшылық негізінде ғылыми гипотеза тұжырымдалды, оны іске асыру халықты және аумақтарды қорғау радиациялық, химиялық және биологиялық міндеттерін орындау үшін мамандарды даярлау деңгейін арттыруға мүмкіндік береді. Радиациялық, химиялық және биологиялық қорғау саласындағы мамандарды даярлау үшін оқу орындарын техникалық жарақтандырудың ұтымды нұсқасын негіздеудің ғылыми міндеті тұжырымдалды және оны ресімделген түрде қою ұсынылды. Оқу орындарын техникалық жабдықтаудың ұтымды нұсқасын негіздеудің оңтайландыру мәселесін шешу алгоритмінің блок-схемасы жасалды.

Түйінді сөздер: оқу орындарын техникалық жарақтандыру, мамандарды даярлау деңгейі, құтқару әскери құралымдары, радиациялық, химиялық және биологиялық қорғау, міндеттерді ресімделген қою, зерттеудің жеке міндеттері.

A. A. Abdrakhmanov, J. H. Khasenov, D. A. Daurenov, S. N. Musaifov

*Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan,
Kokshetau, Kazakhstan*

THE MAIN PROVISIONS OF THE METHODOLOGY FOR SUBSTANTIATING THE
RATIONAL OPTION OF TECHNICAL EQUIPMENT FOR TRAINING PLACES OF
A SPECIAL MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTION INTENDED FOR TRAINING
SPECIALISTS IN THE FIELD OF RADIATION, CHEMICAL AND BIOLOGICAL
PROTECTION

Abstract. The article presents a problematic situation in the field of training radiation, chemical and biological protection specialists and identifies possible ways to resolve it. Based on the identified contradiction, a scientific hypothesis has been formulated, the implementation of which will improve the level of training of specialists to perform the tasks of protecting the population and territories. The scientific task of substantiating a rational option for the technical equipment of educational places for the training of specialists in the field of radiation, chemical and biological protection is formulated and its formulation is presented in a formalized form. A flowchart of an algorithm for solving the optimization problem of substantiating a rational option for the technical equipment of educational places has been developed.

Keywords: technical equipment of training places, the level of training of specialists, rescue military formations, radiation, chemical and biological protection, formalized problem statement, specific research tasks.

Сведения об авторах / Information about the authors

Абдрахманов Арман Айтмухаметович – кандидат военных наук, начальник кафедры гражданской обороны и военной подготовки Академии гражданской защиты имени М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: arman201079@gmail.com

Хасенов Жумабек Хасенович – асс. профессор (доцент), начальник Академии гражданской защиты имени М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: academy@emer.kz

Дауренов Даулет Амангельдинович – преподаватель кафедры гражданской обороны и военной подготовки Академии гражданской защиты имени М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: daurenov-96@mail.ru

Мусаифов Сергей Нургалиевич – преподаватель кафедры гражданской обороны и военной подготовки Академии гражданской защиты имени М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: Musa3006@mail.ru

Arman A. Abdrakhmanov – Candidate of Military Sciences, head of department Civil Defense and Military Training of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: arman201079@gmail.com

Zhumabek Kh. Khasenov – Associate Professor, head of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: academy@emer.kz

Daulet A. Daurenov – Lecturer of the Department Civil Defense and Military Training of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: daurenov-96@mail.ru

Sergey N. Musaifov – Lecturer of the Department Civil Defense and Military Training of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: Musa3006@mail.ru