УДК 614.8

А. Б. Кусаинов[1], К. А. Нарбаев[2], Р. Е. Сакенов[1]

[1]*Академия гражданской защиты имени М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан*

[2]*НАО «Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова», Кокшетау, Казахстан*

ВЫБОР РЕШАЮЩЕГО НАПРАВЛЕНИЯ НА ПОЖАРЕ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Аннотация. В настоящее время выбор решающего напарвления при тушении пожара Руководителем тушения пожара осуществляется на основании принципов, изложенных в Правилах организации тушения пожаров. Вместе с тем, анализ показывает, что по прибытию на место вызова Руковдитель тушения пожара может столкнуться с ситуацией, когда принципы выбора решающего направления не позволят оперативно выбрать наиболее рациональное решение в условиях неопределенности. В настоящее время учеными разработаны различные математические модели принятия решения в условиях неопределенности. В данной статье с применением математической теории игр показана методология принятия решающего направления на пожаре в условиях неопределенности. Выбор решающего направления осуществляется на соответствующих критериях: Лапласа, Вальда, Гурвица, Ходжа-Лемана и Гермейера.

Ключевые слова: решающее направление, принципы принятия решающего направления, принятие решений в условиях неопределенности.

Процесс организации и управления силами и средствами на пожаре осуществляется в соответствии с правилами организации тушения пожаров [1]. Согласно данным правилам Руководитель тушения пожара (РТП) для локализации и ликвидации очага горения должен выбрать решающее направление.

Принятие решения, то есть выбор одной из имеющихся альтернатив, является центральным моментом управления силами и средствами на пожаре.

Выбор решающего направления РТП осуществляется исходя из четырех принципов [1]:

- опасные факторы пожара угрожают жизни людей и спасение их невозможно без введения пожарных стволов – силы и средства сосредотачиваются для обеспечения спасательных работ;
- создается угроза взрыва – силы и средства сосредотачиваются и вводятся в местах, где действия подразделений обеспечат предотвращение взрыва;
- горением охвачена часть объекта, и оно распространяется на другие его части или на соседние строения – силы и средства сосредотачиваются и вводятся на участки, где дальнейшее распространение огня может привести к наибольшему ущербу;
- горением охвачено отдельно стоящее здание (сооружение) и нет угрозы распространения огня на соседние объекты – основные силы и средства сосредотачиваются и вводятся в местах наиболее интенсивного горения;
- горением охвачено здание, не представляющее собой ценности, и создалась угроза близко находящемуся объекту – основные силы и средства сосредотачиваются и вводятся со стороны не горящего здания (сооружения).

По прибытию на место вызова РТП может столкнуться с условиями неопределенности при выборе решающего направления. Например, произошел пожар на предприятии. На место пожара прибыло одно отделение противопожарной службы. В ходе проведения разведки РТП установил, что происходит одновременное горение 3 производственных объектов:

- первый объект общей площадью 100 м^2, площадь пожара составляет 40 м^2;
- второй объект общей площадью 90 м^2, площадь пожара составляет 30 м^2;
- третий объект общей площадью 70 м^2, площадь пожара составляет 25 м^2.

Угроза жизни и здоровью людей, и распространения огня на соседние объекты отсутствует.

РТП должен принять решения по выбору верного решающего направления. В тоже время принципы выбора решающего направления, изложенные в [1] в данном случае не работают.

Таким образом, РТП вынужден принять решения в условиях неопределенности.

Неопределенность в условиях тушения пожара - наиболее сложная ситуация для принятия решения: проблема, которую необходимо решить, имеет размытые очертания, альтернативные решения не поддаются четкому определению, а необходимая дополнительная информации недоступна [2]. РТП не может точно определить решающее направление, какие последствия будут иметь планируемые им действия. Результаты могут быть самыми разными.

В настоящее время разработаны различные математические модели принятия решений, в том числе и в условиях неопределенности.

Математическая модель принятия решения в условиях неопределенности представляет собой формализацию указанной конструкции. Пусть X – множество управляющих воздействий (альтернатив) управляющей подсистемы. Y – множество состояний среды [3]. Состояние системы определяется парой (x,y), где $x \in X$ и $y \in Y$. Управляющая подсистема оценивает каждое состояние системы некоторым числом, выражающим «полезность» этого состояния для управляющей подсистемы; таким образом, возникает функция $F\colon X \times Y \to R$.

Значение функции $F(x,y)$ есть оценка полезности (с точки зрения управляющей подсистемы) того состояния системы, которое возникает, если управляющая подсистема выбирает управляющее воздействие x, а среда принимает состояние y. Принципиальным является то обстоятельство, что при принятии решения РТП «не знает», в каком состоянии находится среда, то есть он не имеет информации о наличном состоянии среды. Именно это обстоятельство имеют в виду, когда говорят, что принятие решения происходит в условиях неопределенности. Отметим, что эта неопределенность не является абсолютной, так как принимающему решение известно множество состояний среды (то есть множество Y) и известна функция $F(x,y)$ [4].

В теории игр математическую модель принятия решений называют игрой с природой, причем управляющую подсистему принято называть игроком, выбираемые им альтернативные воздействия – стратегиями, а функцию $F(x,y)$ – функцией выигрыша игрока. Таким образом, в теоретико-игровой терминологии задача принятия решения в условиях неопределенности формулируется следующим образом. Пусть X – множество стратегий игрока, Y – множество состояний среды (природы), $F(x,y)$ – функция выигрыша игрока. Требуется указать наилучшую в некотором смысле альтернативу, или, как говорят в теории игр, найти оптимальную стратегию.

Основная сложность данной задачи, носящая принципиальный характер, связана с отсутствием у игрока информации о состоянии среды (если бы игрок такую информацию имел, то его функция выигрыша стала бы функцией одной переменной *x* и задача нахождения оптимальной стратегии превратилась бы в задачу нахождения наибольшего значения этой функции) [5].

В случае, когда и X, и Y конечны, функцию выигрыша F(x,y) удобно задавать в виде матрицы $A=(a_{i\,j}),\ i=\overline{1,n},\ j=\overline{1,m}$, считая X={1,…,n}, Y={1,…,m}; при этом a_{ij} есть значение функции выигрыша F в ситуации, когда игрок выбирает стратегию i, а среда принимает состояние j.

Принимая во внимание, что в математической модели «природа» стратегий игрока и состояний среды несущественна, удобно различать их по номерам, полагая X={1,…,n}, Y={1,…,m}.

Изложим основные принципы, по которым из конечного множества стратегий выбираются оптимальные [6].

Надо иметь некоторый способ сравнения двух стратегий. Самый простой и естественный принцип, по которому можно их сравнить - это принцип доминирования, состоящий в следующем: стратегия i_1 называется доминирующей стратегию i_2 (записывается $i_1 \geq i_2$), если при любом состоянии среды выигрыш игрока при выборе им стратегии i_1 будет не меньше, чем выигрыш при выборе стратегии i_2 (то есть $a_{i_1 j} \geq a_{i_2 j}$ при всех j=1,…,m) [5].

Очевидно, что если $i_1 \geq i_2$, то независимо от состояния среды стратегия i_1 является лучшей для игрока, чем стратегия i_2, поэтому стратегию i_2 можно исключить из дальнейшего рассмотрения. Итак, принцип доминирования состоит в том, что исключаются доминируемые стратегии.

Для того, чтобы выбрать из оставшихся стратегий оптимальную, нужны какие-то дополнительные соображения.

Основной метод, позволяющий найти оптимальную стратегию в условиях неопределенности, состоит в следующем:формулируется некоторая гипотеза о поведении среды, позволяющая дать единственную численную оценку каждой стратегии. Оптимальной считается та стратегия, для которой численная оценка является максимальной [7].

Заметим, что задание оценки каждой стратегии позволяет сравнить любые две стратегии: из двух стратегий лучшей считается та, которая имеет большую оценку (стратегии, имеющие одинаковую численную оценку, считаются эквивалентными).

Таким образом, задание оценок стратегий устанавливает критерий для сравнения стратегий. Рассмотрим теперь важнейшие критерии, используемые для задач принятия решений в условиях неопределенности.

Критерий Лапласа *L* основан на гипотезе равновероятности и содержательно может быть сформулирован следующим образом: «поскольку мы ничего не знаем о состояниях среды, их надо считать равновероятными». Иногда этот принцип называется также принципом недостаточного основания. При принятии данной гипотезы в качестве оценки стратегии *i* надо брать соответствующий ей средний выигрыш, то есть [8]

$$L(i) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{m} a_{ij} .$$

Оптимальная по данному критерию стратегия L_0 находится из условия [8]

$$L(i_0) = \max_{1 \le i \le n} L(i).$$

Критерий Вальда V основан на гипотезе крайней осторожности (крайнего пессимизма), которая формулируется так: "При выборе той или иной стратегии надо рассчитывать на худший из возможных вариантов". Если принять эту гипотезу, то оценкой стратегии i является число $V(i) = \min\limits_{1 \le j \le m} a_{ij}$. Оптимальная по данному критерию стратегия i_0 находится из условия $V(i_0) = \max\limits_{1 \le i \le n} V(i)$, то есть $\min\limits_{1 \le j \le m} a_{ij} = \max\limits_{1 \le i \le n} \min\limits_{1 \le j \le m} a_{ij}$ [9].

Принцип оптимальности, основанный на критерии Вальда, называется принципом максимина.

Если значения функции выигрыша имеют характер потерь (то есть, фактически они являются не выигрышами, а проигрышами), то оценкой стратегии i является $\max\limits_{1 \le j \le m} a_{ij}$, а оптимальной будет та стратегия i_0, при которой указанный максимум достигает наименьшего значения, то есть $\max\limits_{1 \le j \le m} a_{i_0 j} = \min\limits_{1 \le i \le n} \max\limits_{1 \le j \le m} a_{ij}$. Такая стратегия i_0 называется минимаксной, а соответствующий принцип оптимальности называется принципом минимакса [10].

Критерий Гурвица G связан с введением числа $0 \le \alpha \le 1$, называемого "показателем пессимизма-оптимизма". Гипотеза о поведении среды состоит в том, что наихудший вариант реализуется с вероятностью α, а наилучший - с вероятностью 1-α. Тогда оценкой стратегии i является число $G(i) = \alpha \min\limits_{1 \le j \le m} a_{ij} + (1 - \alpha) \max\limits_{1 \le j \le m} a_{ij}$, а оптимальная стратегия i_0 находится из условия $G(i_0) = \max\limits_{1 \le i \le n} G(i)$. Ясно, что при α=1 данный критерий превращается в критерий крайнего пессимизма (то есть в критерий Вальда), а при α=0 - в критерий крайнего оптимизма. Содержательная трудность при использовании критерия Гурвица - назначение показателя пессимизма α [10].

Известны и другие критерии. Критерий Сэвиджа определяется так [7]:

$$S(i) = \max_{1 \le j \le m} \left(\max_{1 \le k \le n} a_{kj} - a_{ij} \right).$$

В отличие от предыдущих критериев, оптимальная стратегия – та, что минимизирует значение $S(i)$. Этот критерий – мера сожаления о незнании истинного состояния среды. Критерий Ходжа-Лемана – линейная комбинация критериев Вальда и математического ожидания. Более сложным образом рассчитываются критерии Гермейера и произведения [10].

В общем случае оптимальные решения, полученные по указанным критериям, могут не совпадать (как говорят, критерии противоречат друг другу). Это неудивительно, так как критерии основаны на разных гипотезах [9].

Применив теорию игр, произведем выбор решающего направления на тушение пожара согласно вышеизложенному условию.

Используя принципы Лапласа и максимизации среднего ожидаемого последствия, выберем решающее направление на тушение пожара.

Учитывая, что в рассматриваемом случае только два возможных состояния объектов, вероятность каждого принимается равной $1/_2$.

Найдем значение среднего ожидаемого последствия для каждой альтернативы:

$$V_1 = 40 \cdot 0{,}5 + 100 \cdot 0{,}5 = 70\text{м}^2$$
$$V_2 = 30 \cdot 0{,}5 + 90 \cdot 0{,}5 = 60\text{м}^2$$
$$V_3 = 25 \cdot 0{,}5 + 70 \cdot 0{,}5 = 47{,}5\text{м}^2$$

На основании полученных данных составим матрицу ожидаемых последствий для выбора альтернативы с максимальным средним ожидаемым последствием (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица ожидаемого дохода – принцип Лапласа

A	**S_1**	**S_2**	**V**
A_1	40	100	**70**
A_2	30	90	60
A_3	25	70	47,5
p	**0,5**	**0,5**	$\sum_{i=1}^{n} p_i$

Вывод: наиболее предпочтительное решающее направление – $\mathbf{A_1}$.

Произведем выбор по методу минимизации средних ожидаемых последствий. Максимальное значение ожидаемых последствий на момент прибытия РТП ($\mathbf{S_1}$) составляет 40 м^2, максимальная площадь ($\mathbf{S_2}$) равна 100 м^2.

Найдем условные последствия для каждой альтернативы для каждого объекта пожара:

$$a_{11} = 40 - 40 = 0\text{м}^2;$$
$$a_{21} = 40 - 30 = 10\text{м}^2;$$
$$a_{31} = 40 - 25 = 15\text{м}^2;$$
$$a_{12} = 100 - 100 = 0\text{м}^2;$$
$$a_{22} = 100 - 90 = 10\text{м}^2;$$
$$a_{31} = 100 - 70 = 30\text{м}^2.$$

Определим средние значения ожидаемых условных последствий для каждой альтернативы:

$$L_1 = 0 \cdot 0{,}6 + 0 \cdot 0{,}4 = 0\text{м}^2$$
$$L_2 = 10 \cdot 0{,}6 + 10 \cdot 0{,}4 = 10\text{м}^2$$
$$L_3 = 15 \cdot 0{,}6 + 30 \cdot 0{,}4 = 21\text{м}^2$$

На основании полученных данных, составим матрицу условных последствий на пожаре для выбора альтернативы с минимальным значением средних ожидаемым последствий (таблица 2).

Таблица 2 – Матрица ожидаемого дохода

A	**S_1**	**S_2**	**V**
A_1	0	0	0
A_2	10	10	10
A_3	15	30	**21**
p	**0,6**	**0,4**	$\sum_{i=1}^{n} p_i$

Вывод: наиболее предпочтительное решающее направление – **A_3**.

Далее определим оптимальное решающее направление на пожаре, используя принципы Лапласа и минимизации средних ожидаемых последствий. Для этого воспользуемся матрицей 2.

Определим средние значения ожидаемых условных последствий для каждой альтернативы:

$$P_1 = 0 \cdot 0{,}5 + 0 \cdot 0{,}5 = 0\text{м}^2$$
$$P_2 = 10 \cdot 0{,}5 + 10 \cdot 0{,}5 = 10\text{м}^2$$
$$P_3 = 15 \cdot 0{,}5 + 30 \cdot 0{,}5 = 22{,}5\text{м}^2$$

Составим матрицу условных последствий, с помощью которой выберем альтернативу с минимальным значением средних ожидаемых условных последствий на пожаре (таблица 3).

Таблица 3 – Матрица условных последствий – принцип Лапласа

A	**S_1**	**S_2**	**V**
A_1	0	0	0
A_2	10	10	10
A_3	15	30	**22,5**
p	**0,6**	**0,4**	$\sum_{i=1}^{n} p_i$

Вывод: наиболее предпочтительное решающее направление – **A_3**.

Проведем выбор оптимальной альтернативы на основе принципа крайнего оптимизма, Вальда и Гурвица. Оценим альтернативы в соответствии с этими принципами.

Оценки крайнего оптимизма:

$$a_1 = max\{40, 100\} = 100\text{м}^2$$
$$a_2 = max\{30, 90\} = 90\text{м}^2$$
$$a_3 = max\{25, 70\} = 70\text{м}^2$$

Оценки крайнего пессимизма:

$$b_1 = min\{40, 100\} = 40\text{м}^2$$
$$b_2 = min\{30, 90\} = 30\text{м}^2$$
$$b_3 = min\{25, 70\} = 25\text{м}^2$$

Для того чтобы применить принцип Гурвица, выбираем значение уровня оптимизма – возьмем его, для примера, равным 0,7.

Оценки принципа Гурвица $c_i = \propto a_i + (1 - \alpha)b_i, \alpha = 0{,}7$

$$c_1 = 0{,}7 \cdot 100 + (1 - 0{,}7) \cdot 40 = 70 + 12 = 82\text{м}^2$$
$$c_2 = 0{,}7 \cdot 90 + (1 - 0{,}7) \cdot 30 = 63 + 9 = 72\text{м}^2$$
$$c_3 = 0{,}7 \cdot 70 + (1 - 0{,}7) \cdot 25 = 49 + 7{,}5 = 56{,}5\text{м}^2$$

К матрице ожидаемого дохода добавим столбцы для оценки альтернатив по принципам крайнего оптимизма (a_i), Вальда (b_i) и Гурвица (c_i) и выберем оптимальную альтернативу, максимизируя показатели a_i, b_i и c_i (таблица 4).

Таблица 4 - Матрица ожидаемого дохода – принципы крайнего оптимизма, Вальда, Гурвица

A	**S_1**	**S_2**	a_i	b_i	c_i
A_1	40	100	**100**	**40**	**82**
A_2	30	90	90	30	72
A_3	25	70	70	25	56,5

Таким образом, в соответствии с принципом крайнего оптимизма решающее направление – $\mathbf{A_1}$ обеспечивает максимально возможные в рассматриваемой ситуации последствия пожара, равной 100 м^2. Согласно принципу крайнего пессимизма (принцип Вальда) наилучшее решающее направление является – $\mathbf{A_1}$ которое обеспечивает определение в наихудших обстоятельствах (при наихудшем сценарии истечении пожара) последствия пожара, равной 40 м^2, в худших обстоятельствах пожара результат у данного варианта решающего направления будет выше. При уровне оптимизма, равным 0,7, наиболее предпочтительное решающее направление согласно принципу Гурвица – $\mathbf{A_1}$ [10].

Исследуем альтернативы (решающие направления) на устойчивость к изменению уровня последствий. Для этих целей найдем значения оценок c_i при различных значениях параметра a. Рассмотрим значения a от 0,1 до 0,9 с шагом 0,2. Заметим, что оценки альтернативного решающего направления при $a=0$ и при $a=1$ уже имеются. Это оценки крайнего пессимизма и крайнего оптимизма. Имеются также оценки при $a=0{,}7$.

Значения оценок c_i при $a=0,1$:

$$c_1 = 0,1 \cdot 100 + 0,9 \cdot 40 = 10 + 36 = 46\text{м}^2$$
$$c_2 = 0,1 \cdot 90 + 0,9 \cdot 30 = 9 + 27 = 36\text{м}^2$$
$$c_3 = 0,1 \cdot 70 + 0,9 \cdot 25 = 7 + 22,5 = 29,5\text{м}^2$$

Значения оценок c_i при $a=0,3$:

$$c_1 = 0,3 \cdot 100 + 0,7 \cdot 40 = 30 + 28 = 58\text{м}^2$$
$$c_2 = 0,3 \cdot 90 + 0,7 \cdot 30 = 27 + 21 = 48\text{м}^2$$
$$c_3 = 0,3 \cdot 70 + 0,7 \cdot 25 = 21 + 17,5 = 38,5\text{м}^2$$

Значения оценок c_i при $a=0,5$:

$$c_1 = 0,5 \cdot 100 + 0,5 \cdot 40 = 50 + 20 = 70\text{м}^2$$
$$c_2 = 0,5 \cdot 90 + 0,5 \cdot 30 = 45 + 15 = 60\text{м}^2$$
$$c_3 = 0,5 \cdot 70 + 0,5 \cdot 25 = 35 + 12,5 = 47,5\text{м}^2$$

Значения оценок c_i при $a=0,9$:

$$c_1 = 0,9 \cdot 100 + 0,1 \cdot 40 = 90 + 4 = 94\text{м}^2$$
$$c_2 = 0,9 \cdot 90 + 0,1 \cdot 30 = 81 + 3 = 84\text{м}^2$$
$$c_3 = 0,9 \cdot 70 + 0,1 \cdot 25 = 63 + 2,5 = 65,5\text{м}^2$$

Запишем полученные значения в виде таблицы 5.

Таблица 5 - Матрица средних ожидаемых последствий пожара в зависимости от уровня оптимизма

A	c_i						
	a=0	*a=0,1*	*a=0,3*	*a=0,5*	*a=0,7*	*a=0,9*	*a=1*
A_1	**40**	**46**	**58**	**70**	**82**	**94**	**100**
A_2	30	36	48	60	72	84	90
A_3	25	29,5	38,5	47,5	56,5	65,5	70

Из таблицы 5 видно, что самое устойчивое к изменению уровня оптимизма альтернативной решающее направление – A_1. Она является оптимальной при всех значениях уровня оптимизма [10].

Проведем выбор альтернативного решающего направления в соответствии с принципом Сэвиджа.

Обратимся к матрице условных потерь (таблица 3). Добавим к матрице столбец оценок альтернатив по Сэвиджу (d_i) [9].

Каждое альтернативное решающее направление оценим максимальным уровнем условных потерь:

$$d_1 = max\{0, 0\} = 0\text{м}^2$$
$$d_2 = max\{10, 10\} = 10\text{м}^2$$
$$d_3 = max\{15, 30\} = 30\text{м}^2$$

Таблица 6 – Матрица условных последствий – принцип Сэвиджа

A	S_1	S_2	d_i
A_1	0	0	**0**
A_2	10	10	10
A_3	15	30	30

Наиболее подходящей альтернативой при применении принципа Сэвиджа считается та, которая дает минимальное значение показателю d_i.

В рассматриваемой ситуациинаиболее альтернативным решающим направлением является - $\mathbf{A_1}$.

Вывод. По результатам исследования можно сделать заключение, что $\mathbf{A_1}$ – наиболее предпочтительное решающее направление. Она является оптимальной по большинству критериев [11].

Список литературы

1. Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан от 26 июня 2017 года, № 446 «Об утверждении Правил организации тушения пожаров» [Электронный ресурс] // Информационно-правовая система нормативно-правовых актов Республики Казахстан Әділет [сайт]. Режим доступа: https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1700015430 (дата обращения 1.05.2023).

2. Бражко, Е. И. Управленческие решения: учебное пособие / Е. И. Бражко, Г. В. Серебрякова, Э. Л. Смирнов. – М.: РИОР, 2006. – 126 с.

3. Варфоломеев, В. И. Принятие управленческих решений: учебное пособие для вузов / В. И. Варфоломеев, С. Н. Воробьёв. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2001. – 288 с.

4. Ларичев, О. И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных Странах: учебник / О. И. Ларичев. – М.: Логос, 2000. – 296 с.

5. Литвак, Б. Г. Разработка управленческого решения: учебник / Б. Г. Литвак. – М: Дело, 2000. – 392 с.

6. Ломакин, А. Л. Управленческие решения: учебное пособие / А.Л. Ломакин. – М.: Форум - Инфра-М, 2005. – 192 с.

7. Бережная, Е. В. Методы и модели принятия управленческих решений: учебное пособие / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 384 с.

8. Кузнецова, Н. В. Методы принятия управленческих решений: учебное пособие / Н. В. Кузнецова. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 222 с.

9. Сендеров, В. Л. Методы принятия управленческих решений: учеб. пособие / В. Л. Сендеров, Т. И. Юрченко, Ю. В. Воронцова, Е. Ю. Бровцина. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 227 с.

10. Строева, Е. В. Разработка управленческих решений: учебное пособие / Е. В. Строева, Е. В. Лаврова. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 128 с.

11. Кусаинов А. Б., Саменов Е. К., Акильжанова Д. Е Математический анализ эффективности применения методики расчета ширины запретного района для объектов хранения боеприпасов // Наука и образование в гражданской защите. – 2022. – № 1 (45). – С. 49-54.

References

1. Prikaz Ministra vnutrennih del Respubliki Kazahstan ot 26 iyunya 2017 goda № 446 «Ob utverzhdenii Pravil organizacii tusheniya pozharov» [Elektronnyj resurs] // Informacionno-pravovaya sistema normativno-pravovyh aktov Respubliki Kazahstan Әdilet [sajt]. Rezhimdostupa: https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1700015430 (data obrashcheniya 1.05.2023).
2. Brazhko, E. I. Upravlencheskie resheniya: uchebnoe posobie / E. I. Brazhko, G. V. Serebryakova, E. L. Smirnov. – M.: RIOR, 2006. – 126 s.
3. Varfolomeev, V.I. Prinyatie upravlencheskih reshenij: uchebnoe posobie dlya vuzov / V. I. Varfolomeev, S. N. Vorob'yov. – M.: KUDIC-OBRAZ, 2001. – 288 s.
4. Larichev, O. I. Teoriya i metody prinyatiya reshenij, a takzhe Hronika sobytij v Volshebnyh Stranah: uchebnik / O. I. Larichev. – M.: Logos, 2000. – 296 s.
5. Litvak, B. G. Razrabotka upravlencheskogo resheniya: uchebnik / B. G. Litvak. – M: Delo, 2000. – 392 s.
6. Lomakin, A. L. Upravlencheskie resheniya: uchebnoe posobie / A. L. Lomakin. – M.: Forum - Infra-M, 2005. – 192 s.
7. Berezhnaya, E. V. Metody i modeli prinyatiya upravlencheskih reshenij: uchebnoe posobie / E. V. Berezhnaya, V. I. Berezhnoj. – M.: NIC INFRA-M, 2014. – 384 s.
8. Kuznecova, N. V. Metody prinyatiya upravlencheskih reshenij: uchebnoe posobie / N.V.Kuznecova. – M.: NIC INFRA-M, 2015. – 222 s.
9. Senderov, V. L. Metody prinyatiya upravlencheskih reshenij: ucheb. posobie / V.L. Senderov, T.I. YUrchenko, YU.V. Voroncova, E.YU. Brovcina. – M.: INFRA-M, 2016. – 227 s.
10. Stroeva, E. V. Razrabotka upravlencheskih reshenij: Uchebnoe posobie / E.V. Stroeva, E.V. Lavrova. – M.: NIC INFRA-M, 2014. – 128 s.
11. Kussainov A. B., Samenov E. K., Akil'zhanova D.E Matematicheskij analiz effektivnosti primeneniya metodiki rascheta shiriny zapretnogo rajona dlya ob"ektov hraneniya boepripasov // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashchite. – 2022. – № 1 (45). – S. 49-54.

А. Б. Құсайынов[1], Қ. Ә. Нарбаев[2], Р. Е. Сакенов[1]

[1]*Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы, Көкшетау, Қазақстан*
[2]*«Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті» КеАҚ, Көкшетау, Қазақстан*

БЕЛГІСІЗДІК ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ӨРТ БОЙЫНША ШЕШУШІ БАҒЫТТЫ ТАҢДАУ

Аңдатпа. Қазіргі уақытта өрт сөндіру бастығының өрт сөндірудегі шешуші бағытты таңдауы Өрт сөндіруді ұйымдастыру ережелерінде белгіленген қағидаттар негізінде жүзеге асырылады. Сонымен қатар, талдау көрсеткендей, өрт сөндіру бастығы шақыру жеріне келген кезде шешуші бағытты таңдау қағидаттары белгісіздік жағдайында ең ұтымды шешімді жылдам таңдауға мүмкіндік бермейтін жағдайға тап болуы мүмкін. Қазіргі уақытта ғалымдар белгісіздік жағдайында шешім қабылдаудың әртүрлі математикалық модельдерін әзірледі. Бұл мақалада математикалық ойын теориясын пайдалана отырып, белгісіздік жағдайында өртте шешуші бағытты қабылдау әдістемесі көрсетілген. Шешуші бағытты таңдау Лаплас, Вальд, Хурвиц, Ходж-Леман және Гермейер тиісті критерийлер бойынша жүзеге асырылады.

Түйінді сөздер: шешуші бағыт, шешуші бағытты қабылдау қағидаттары, белгісіздік жағдайында шешім қабылдау.

A. B. Kusainov[1], K. F. Narbayev[2], R. E. Sakenov[1]
[1]Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan
[2]NJSC "Kokshetau University named after Sh.Ualikhanov", Kokshetau, Kazakhstan

CHOOSING THE DECISIVE DIRECTION ON A FIRE IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY

Abstract. At present, the choice of the decisive direction in fire extinguishing by the Head of fire extinguishing is carried out on the basis of the principles set forth in the Rules for organizing fire extinguishing. At the same time, the analysis shows that upon arrival at the call site, the Fire Fighting Supervisor may face a situation where the principles of choosing the decisive direction will not allow you to quickly choose the most rational solution in the face of uncertainty. At present, scientists have developed various mathematical models for decision-making under uncertainty. This article, using mathematical game theory, shows the methodology for taking a decisive direction in a fire under uncertainty. The choice of the decisive direction is carried out on the appropriate criteria: Laplace, Wald, Hurwitz, Hodge-Lehmann and Germeier.

Key words: decisive direction, principles of decision-making, decision-making in conditions of uncertainty.

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

Арман Болатұлы Құсайынов – техника ғылымдарының кандидаты, Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясының қашықтықтан оқыту факультетінің бастығы. Қазақстан Республикасы, Көкшетау қаласы, Ақан Сері көшесі, 136. E-mail: arman_1703@mail.ru

Қалижан Әнуарбекұлы Нарбаев – PhD докторы, қауымдастырылған профессор (доцент), «Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті» КеАҚ «Тау-кен ісі, құрылыс және экология» кафедрасының профессор ассистенті, Қазақстан Республикасы, Көкшетау қаласы, Абай көшесі Қуанышев көшесі 194. E-mail: Kalizhan76@mail.ru

Руслан Еркинұлы Сакенов – магистр, Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясының қашықтықтан оқыту факультетінің аға оқытушы-әдіскері. Қазақстан Республикасы, Көкшетау қаласы, Ақан Сері көшесі, 136. E-mail: ruslan.sakenov@bk.ru

Кусаинов Арман Булатович – кандидат технических наук, начальник факультета дистанционного обучения Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана Серэ, 136. E-mail: arman_1703@mail.ru

Нарбаев Калижан Ануарбекович – доктор PhD, ассоциированный профессор (доцент), ассистент профессора кафедры «Горное дело, строительства и экологии» НАО «Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова». Казахстан, Кокшетау, ул.Куанышева 194. E-mail: Kalizhan76@mail.ru

Сакенов Руслан Еркинович – магистр, старший преподаватель факультета дистанционного обучения Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана Серэ, 136. E-mail: ruslan.sakenov@bk.ru

Arman B. Kussainov – Candidate of Technical Sciences, Head of the Faculty of Distance Learning of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, 136 Akana Sere str. E-mail: arman_1703@mail.ru

Kalizhan A. Narbayev – PhD, Associate Professor, Assistant Professor of the Department of "Mining, Construction and Ecology" *NJSC* "Kokshetau University named after Sh.Ualikhanov", Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kuanysheva street 194. E-mail: Kalizhan76@mail.ru

Ruslan E. Sakenov – Master, Senior teacher-methodologist of the Faculty of Distance Learning of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, 136 Akana Sere str. E-mail: ruslan.sakenov@bk.ru