

Научная статья

УДК 004.942:519.6; DOI: 10.61260/2304-0130-2026-1-59-70

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ЭВАКУАЦИИ ПОСТРАДАВШЕГО НАСЕЛЕНИЯ В ПУНКТЫ ВРЕМЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЕДЕНИЯ ВОЕННЫХ КОНФЛИКТОВ

✉ Кондратков Александр Сергеевич;

Усачева Татьяна Валерьевна.

Академия гражданской защиты МЧС России, Химки, Россия

✉ kondratkovsascha@gmail.com

Аннотация. В работе описан рациональный способ планирования эвакуации населения в условиях ведения военных конфликтов. Для этого предлагается использовать математическую модель распределения населения по пунктам временного размещения. Математическая модель построена на основе транспортной задачи, включающая план перевозок пострадавшего населения из сборных эвакуационных пунктов субъекта Российской Федерации в пункты временного размещения населения с целью минимизации финансовых затрат при организации перевозок.

Ключевые слова: военный конфликт, математическое моделирование, пункты временного размещения, транспортная задача, эвакуация

Для цитирования: Кондратков А.С., Усачева Т.В. Выбор рационального способа эвакуации пострадавшего населения в пункты временного размещения в условиях ведения военных конфликтов // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2026. № 1 (57). С. 59–70. DOI: 10.61260/2307-7476-2026-1-59-70

Scientific article

CHOOSING A RATIONAL WAY TO EVACUATE THE AFFECTED POPULATION TO TEMPORARY ACCOMMODATION FACILITIES IN THE CONTEXT OF MILITARY CONFLICTS

Kondratkov Alexander S.;

Usacheva Tatyana V.

Civil Defense Academy of EMERCOM of Russia, Khimki, Russia

Abstract. The work describes a rational way to plan the evacuation of the population in the context of military conflicts. To do this, it is proposed to use a mathematical model of the distribution of the population by temporary accommodation. The mathematical model is based on a transport problem, which includes a transportation plan for the affected population from the combined evacuation points of the subject of the Russian Federation to temporary accommodation points in order to minimize financial costs in organizing transportation.

Keywords: military conflict, mathematical modeling, temporary accommodation facilities, transport task, evacuation.

For citation: Kondratkov A.S., Usacheva T.V. Choosing a rational way to evacuate the affected population to temporary accommodation facilities in the context of military conflicts // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2026. № 1 (57). P. 59–70. DOI: 10.61260/2307-7476-2026-1-59-70

Введение

24 февраля 2022 г. в целях защиты русскоязычного населения на территории Донбасса Российская Федерация начала проводить специальную военную операцию (СВО) [1].

С начала СВО возникла необходимость в защите населения как на вновь присоединенных территориях (Донецкая и Луганская народные республики, Херсонская и Запорожская области), так и в других (в основном, приграничных) субъектах Российской Федерации. МЧС России в условиях ведения вооруженного конфликта решает комплекс задач в области защиты населения и территорий [2]. Одной из приоритетных является эвакуация пострадавшего населения из зоны ведения боевых действий в расположенные вне зон возможных опасностей безопасные районы [3].

6 августа 2024 г. Вооруженные формирования Украины прорвали российскую границу в Курской области. В течение 9 месяцев на территории данного региона шли ожесточенные бои. За первые 6 дней из 8 приграничных районов Курской области было эвакуировано около 76 тыс. человек, всего данные территории покинуло 121 тыс. жителей [4]. Часть населения были размещены в пункты временного размещения (ПВР), где в дальнейшем решался вопрос их расселения в маневренный фонд.



Рис. 1. Карта Курской области

Эвакуация населения подразумевает ряд подзадач, которые необходимо выполнить (выделение финансовых и материальных средств, развертывание и обеспечение пунктов временного размещения, задействование большого количества людей, техники для выполнения задачи и другие операции). Кроме того, так как данные мероприятия проводятся в условиях ведения военных действий, эвакуация должна проходить, в частности, оперативно и скрытно. Любые задержки при проведении эвакуационных мероприятий резко увеличивают вероятность гибели (ранения) гражданского населения.



Рис. 2. Эвакуация жителей приграничных районов Курской области

Вышеизложенные обстоятельства позволяют сформулировать противоречие – необходимости организации и проведения эвакуации, которая с одной стороны должна пройти всеми имеющимися силами в кратчайшие сроки с целью снижения потерь, а с другой стороны – должна пройти рационально с возможностью минимального использования финансовых ресурсов и снижения издержек.

Целью данной работы является определения рационального способа эвакуации пострадавшего населения в пункты временного размещения при помощи использования методов математического моделирования.

Для решения данного противоречия предлагается использовать одну из математических задач линейного программирования специального вида – транспортная задача [5]. Использование данного метода позволяет снизить издержки при организации перевозок (в нашем случае – организация перевозки пострадавшего населения) при использовании различного вида транспорта [6]. При решении транспортной задачи, лицо, принимающее решение, способен оценить минимальные затраты на проведение эвакуации в кратчайшие сроки [7].

Для решения данной задачи необходимо определить исходные данные. В случае проведения эвакуации, исходными данными являются:

- населенные пункты (районы), попавшие в зону вооруженного конфликта;
- количество пострадавшего населения, подлежащее эвакуации;
- количество ПВР, их вместимость;
- стоимость перевозки (суммарные затраты на организацию и снабжение водой и питанием, ГСМ, сопровождение и другие услуги) из сборных эвакуационных пунктов в ПВР.

Постановка задачи. Пусть имеется P сборных эвакуационных пунктов для эвакуации населения $P_1, P_2, P_3... P_k$, в которых соответственно находится $p_1, p_2, p_3... p_k$ человек.

Пусть имеется Q субъектов $Q_1, Q_2, Q_3... Q_v$, получивших распоряжение на размещение в своих ПВР пострадавшее население и имеющих соответствующую вместимость $q_1, q_2, q_3... q_v$.

Известна стоимость перевозки g_{kv} населения из пунктов сбора P_k в ПВР Q_v ($k = 1, 2...h, v = 1, 2...l$).

Суммарная стоимость доставки эвакуируемого населения из каждого сборного эвакуационного пункта в каждый ПВР представлена в виде матрицы стоимости G .

$$G = \begin{pmatrix} 7 & 10 & 11 & 12 & 9 \\ 16 & 8 & 12 & 10 & 13 \\ 14 & 11 & 9 & 14 & 12 \\ 9 & 15 & 6 & 13 & 7 \\ 10 & 10 & 11 & 8 & 5 \end{pmatrix}$$

Обозначим коэффициентами P_k сборные эвакуационные пункты Курской области, где находится пострадавшее население:

P_1 – Суджанский район, 25 тыс. человек.

P_2 – Льговский район, 16 тыс. человек.

P_3 – Кореневский и Глушковский районы, 13 тыс. человек.

P_4 – Беловский и Большесолдатский районы, 12 тыс. человек.

P_5 – Рыльский и Хомутовский районы, 10 тыс. человек.

Обозначим коэффициентами Q_v ПВР субъектов Российской Федерации, куда необходимо переселить людей:

Q_1 – пункты субъекта №1, вместимостью 15 тыс. человек.

Q_2 – пункты субъекта №2, вместимостью 18 тыс. человек.

Q_3 – пункты субъекта №3, вместимостью 10 тыс. человек.

Q_4 – пункты субъекта №4, вместимостью 19 тыс. человек.

Q_5 – пункты субъекта №5, вместимостью 14 тыс. человек.

Данные сводим в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные

Кол-во эвакуируемого населения/ вместимость ПВР, тыс. человек	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Возможности
P_1	7	10	11	12	9	25
P_2	16	8	12	10	13	16
P_3	14	11	9	14	12	13
P_4	9	15	6	13	7	12
P_5	10	10	11	8	5	10
Потребности	15	18	10	19	14	76/76

Обозначим через m_{kv} количество пострадавшего населения, эвакуируемого из зоны P_k и направляемого в ПВР Q_v ($k=1,2,\dots,h$, $v=1,2,\dots,l$). В таком случае суммарная стоимость перевозки можно рассчитать по формуле:

$$J = \sum_{k=1}^5 \sum_{v=1}^5 g_{kv} x_{kv} = 7m_{11} + 10m_{12} + 11m_{13} + 12m_{14} + 9m_{15} + 16m_{21} + 8m_{22} + 12m_{23} + 10m_{24} + 13m_{25} + 14m_{31} + 11m_{32} + 9m_{33} + 14m_{34} + 12m_{35} + 9m_{41} + 15m_{42} + 6m_{43} + 13m_{44} + 7m_{45} + 10m_{51} + 10m_{52} + 11m_{53} + 8m_{54} + 5m_{55} \quad (1)$$

Следующим шагом необходимо определить ограничения для решения данной задачи:

• Так как количество эвакуируемого населения не может быть отрицательным, то. $x_{kv} \geq 0$;

• Исходя из количества эвакуируемого населения и вместимости ПВР, необходимо указать следующие ограничения:

Для сборных эвакуационных пунктов:

$$\begin{cases} m_{11} + m_{12} + m_{13} + m_{14} + m_{15} \geq 25 & \text{– для Суджанского района;} \\ m_{21} + m_{22} + m_{23} + m_{24} + m_{25} \geq 16 & \text{– для Льговского района;} \\ m_{31} + m_{32} + m_{33} + m_{34} + m_{35} \geq 13 & \text{– для Кореневского и Глушковского районов;} \\ m_{41} + m_{42} + m_{43} + m_{44} + m_{45} \geq 12 & \text{– для Беловского и Большесолдатского районов;} \\ m_{51} + m_{52} + m_{53} + m_{54} + m_{55} \geq 10 & \text{– для Рыльского и Хомутовского районов.} \end{cases}$$

Для ПВР:

$$\begin{cases} m_{11} + m_{21} + m_{31} + m_{41} + m_{51} \geq 15 & \text{– для пунктов субъекта №1;} \\ m_{12} + m_{22} + m_{32} + m_{42} + m_{52} \geq 18 & \text{– для пунктов субъекта №2;} \\ m_{13} + m_{23} + m_{33} + m_{43} + m_{53} \geq 10 & \text{– для пунктов субъекта №3;} \\ m_{14} + m_{24} + m_{34} + m_{44} + m_{54} \geq 19 & \text{– для пунктов субъекта №4;} \\ m_{15} + m_{25} + m_{35} + m_{45} + m_{55} \geq 14 & \text{– для пунктов субъекта №5.} \end{cases}$$

Проверяем задачу на закрытость:

$$\sum_{k=1}^5 P_k = 76; \quad \sum_{v=1}^5 Q_v = 76.$$

Так как суммарное количество эвакуируемого населения равно суммарному количеству ПВР, то данная задача является закрытой [8].

При помощи метода наименьшего элемента, построим первый опорный план транспортной задачи (табл. 2).

Суть метода – в таблице выбираем клетку с наименьшей стоимостью перевозки, затем в эту клетку записываем наименьшую из соответствующих значений данного столба q_v или строки p_k .

Таблица 2

Опорный план транспортной задачи № 1

Кол-во эвакуируемого населения/ вместимость ПВР, тыс. человек	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Возможности
P_1	7 15	10 2	11	12 6	9 2	25
P_2	16	8 16	12	10	13	16
P_3	14	11	9	14 13	12	13
P_4	9	15	6 10	13	7 2	12
P_5	10	10	11	8	5 10	10
Потребности	15	18	10	19	14	76/76

В данном опорном плане все пострадавшее население эвакуировано в ПВР. План соответствует системе ограничений данной задачи, значит, он является допустимым.

Необходимо проверить опорный план на вырожденность, для этого должно соблюдаться условие – число занятых клеток в таблице должно соответствовать равенству $k+v-I=9$. Так как количество занятых клеток действительно равно 9, то план является невырожденным.

Значение целевой функции для данного опорного плана равняется:

$$J_1 = 7 \cdot 15 + 10 \cdot 2 + 12 \cdot 6 + 9 \cdot 2 + 8 \cdot 16 + 14 \cdot 13 + 6 \cdot 10 + 7 \cdot 2 + 5 \cdot 10 = 649 \quad (1)$$

Теперь необходимо проверить план на оптимальность с помощью метода потенциалов[9]. В случае если данный план является неоптимальным, то его будет необходимо улучшить.

По количеству строк и столбцов в плане устанавливаем соответствующее число потенциалов u_1, u_2, u_3, u_4, u_5 – потенциалы сборных эвакуационных пунктов, и w_1, w_2, w_3, w_4, w_5 – потенциалы ПВР.

Для занятых клеток таблицы 2 составим систему уравнений типа $u_k + w_v = g_{kv}$.

Предположим, что $u_1=0$, в таком случае получим следующие значения:

$$\begin{aligned} u_1 + w_1 = 7 &\rightarrow w_1 = 7 & u_3 + w_4 = 14 &\rightarrow u_3 = 2 \\ u_1 + w_2 = 10 &\rightarrow w_2 = 10 & u_4 + w_3 = 6 &\rightarrow w_3 = 8 \\ u_1 + w_4 = 12 &\rightarrow w_4 = 12 & u_4 + w_5 = 7 &\rightarrow u_4 = -2 \\ u_1 + w_5 = 9 &\rightarrow w_5 = 9 & u_5 + w_5 = 5 &\rightarrow u_5 = -4 \\ u_2 + w_2 = 8 &\rightarrow u_2 = -2 \end{aligned}$$

Полученные значения вносим в табл. 3.

Таблица 3

Опорный план №1 с потенциалами

Потенциалы	$w_1=7$	$w_2=10$	$w_3=8$	$w_4=12$	$w_5=9$
$u_1=0$	7 15	10 2	11	12 6	9 1
$u_2=-2$	16	8 15	12	10	13
$u_3=2$	14	11	9	14 13	12
$u_4=-2$	9	15	10 6	13	7 2
$u_5=-4$	10	10	11	8	5 11

Для остальных, незанятых клеток плана рассчитаем оценку по формуле:

$$\Delta_{kv} = g_{kv} - (u_k + w_v) \quad (2)$$

Если все $\Delta_{kv} \geq 0$, то полученный план является оптимальным.

$$\begin{aligned} \Delta_{13} &= 11 - (0 + 8) = 3 & \Delta_{25} &= 13 - (-2 + 9) = 6 \\ \Delta_{21} &= 16 - (-2 + 7) = 11 & \Delta_{31} &= 14 - (2 + 7) = 5 \\ \Delta_{23} &= 12 - (-2 + 8) = 6 & \Delta_{32} &= 11 - (2 + 10) = -1 \\ \Delta_{24} &= 10 - (-2 + 12) = 0 & \Delta_{33} &= 9 - (2 + 8) = -1 \end{aligned}$$

$$\Delta_{35}=12-(2+9)=1$$

$$\Delta_{41}=9-(-2+7)=4$$

$$\Delta_{42}=15-(-2+10)=7$$

$$\Delta_{44}=13-(-2+12)=3$$

$$\Delta_{51}=10-(-4+7)=7$$

$$\Delta_{52}=10-(-4+10)=4$$

$$\Delta_{53}=11-(-4+8)=7$$

$$\Delta_{54}=8-(-4+12)=0$$

Так как среди полученных оценок присутствуют отрицательные значения, то данный план является неоптимальным. Для его улучшения необходимо построить цикл[10].

Чтобы построить цикл, определяем наименьшую из полученных оценок. В нашем случае, минимальная оценка определена в двух клетках – (3;2) и (3;3), где $\Delta=-1$. Так как обе клетки имеют одинаковую по величине оценку, возможно использование любой из них. Для дальнейших преобразований возьмем идущую первой по порядку клетку (3;2), переводим из свободных в базисные и на ее основе строим цикл. Полученный цикл показан в таблице 4, который проходит по маршруту (3;2 – 3;4 – 1;4 – 1;2). В клетках, где цикл делает поворот, указываем знаки «+» и «-», при этом в начале цикла ставим знак «+».

Таблица 4

Оптимизация плана №1

Кол-во эвакуируемого населения/ вместимость ПВР, тыс. человек	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Возможности
P_1	7 15	- 10 2	11	+ 12 6	9 1	25
P_2	16	15	8 12	10	13	16
P_3	14	+ 11	9	- 14 13	12	13
P_4	9	15	6 10	13	7 2	12
P_5	10	10	11	8	5 11	10
Потребности	15	18	10	19	14	76/76

Переходим к следующему опорному плану.

Из числа клеток, в которых установлен знак «-», определяем минимальное количество перевозимых людей. В нашем случае это значение клетки (1; 2) – 2. Следующим шагом сдвигаем все значения цикла на значение 3, при этом в клетках со знаком «+» данное значение прибавляется, а где присутствует знак «-» – вычитается. В результате преобразований клетка (3; 2) становится базисной, а клетка (1; 2) – свободной. В табл. 5 представлен новый опорный план.

Таблица 5

Опорный план № 2

Кол-во эвакуируемого населения/ вместимость ПВР, тыс. человек	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Возможности
P_1	7 15	10	11	12 8	9 2	25
P_2	16	8 16	12	10	13	16
P_3	14	11 2	9	14 11	12	13
P_4	9	15	6 10	13	7 2	12
P_5	10	10	11	8	5 10	10
Потребности	15	18	10	19	14	76/76

Значение целевой функции для данного плана (формула (1)) является:

$$J_2 = 15 \cdot 7 + 8 \cdot 12 + 2 \cdot 9 + 16 \cdot 8 + 2 \cdot 11 + 11 \cdot 14 + 10 \cdot 6 + 2 \cdot 7 + 10 \cdot 5 = 647$$

Проверим новый полученный план на оптимальность. По количеству строк и столбцов в плане устанавливаем соответствующее число потенциалов u_1, u_2, u_3, u_4, u_5 – потенциалы сборных эвакуационных пунктов, и w_1, w_2, w_3, w_4, w_5 – потенциалы ПВР.

Для занятых клеток табл. 5 составим систему уравнений по формуле (2).

Предположим, что $u_1=0$, в таком случае получим следующие значения:

$$u_1 + w_1 = 7 \rightarrow w_1 = 7$$

$$u_1 + w_4 = 12 \rightarrow w_4 = 12$$

$$u_1 + w_5 = 9 \rightarrow w_5 = 9$$

$$u_2 + w_2 = 8 \rightarrow u_2 = -1$$

$$u_3 + w_2 = 11 \rightarrow w_2 = 9$$

$$u_3 + w_4 = 14 \rightarrow u_3 = 2$$

$$u_4 + w_3 = 6 \rightarrow w_3 = 8$$

$$u_4 + w_5 = 7 \rightarrow u_4 = -2$$

$$u_5 + w_5 = 5 \rightarrow u_5 = -4$$

Полученные значения вносим в табл. 6.

Таблица 6

Опорный план № 2 с потенциалами

Потенциалы	$w_1=7$	$w_2=9$	$w_3=8$	$w_4=12$	$w_5=9$
$u_1=0$	7 15	10	11	12 8	9 2
$u_2=-1$	16	8 16	12	10	13
$u_3=2$	14	11 2	9	14 11	12
$u_4=-2$	9	15	6 10	13	7 2
$u_5=-4$	10	10	11	8	5 10

Для остальных, незанятых клеток плана составим оценку:

$$\Delta_{12}=10-(0+9)=1$$

$$\Delta_{13}=11-(0+8)=3$$

$$\Delta_{21}=16-(-1+7)=10$$

$$\Delta_{23}=12-(-1+8)=5$$

$$\Delta_{24}=10-(-1+12)=-1$$

$$\Delta_{25}=13-(-1+9)=5$$

$$\Delta_{31}=14-(2+7)=5$$

$$\Delta_{33}=9-(2+8)=-1$$

$$\Delta_{35}=12-(2+9)=1$$

$$\Delta_{41}=9-(-2+7)=4$$

$$\Delta_{42}=15-(-2+9)=8$$

$$\Delta_{44}=13-(-2+12)=3$$

$$\Delta_{51}=10-(-4+7)=7$$

$$\Delta_{52}=10-(-4+9)=5$$

$$\Delta_{53}=11-(-4+8)=7$$

$$\Delta_{54}=8-(-4+12)=0$$

Так как среди полученных оценок присутствуют отрицательные значения, то данный план является неоптимальным. Для его улучшения необходимо построить новый цикл.

Чтобы построить цикл, определяем наименьшую из полученных оценок. В нашем случае, минимальная оценка определена в трех клетках – (2;4) и (3;3), где $\Delta=-1$. Так как обе клетки имеют одинаковую по величине оценку, возможно использование любой из них. Для дальнейших преобразований возьмем идущую первой по порядку клетку (2; 4), переводим из свободных в базисные и на ее основе строим цикл. Полученный цикл показан в таблице 7, который проходит по маршруту (2;4 – 3;4 – 3;2 – 2;2). В клетках, где цикл делает поворот, указываем знаки «+» и «-», при этом в начале цикла ставим знак «+».

Таблица 7

Оптимизация плана № 2

Кол-во эвакуируемого населения/ вместимость ПВР, тыс. человек	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Возможности
P_1	7 15	10	11	12 8	9 2	25
P_2	16	- 16	8	12 +	10	13
P_3	14	+ 2	11	9 -	14	12
P_4	9	15	6 10	13	7 2	12
P_5	10	10	11	8	5 10	10
Потребности	15	18	10	19	14	76/76

Переходим к следующему опорному плану.

Из числа клеток, в которых установлен знак «-», определяем минимальное количество перевозимых людей. В нашем случае это значение клетки (3;4) – 11. Следующим шагом сдвигаем все значения цикла на значение 11, при этом в клетках со знаком «+» данное значение прибавляется, а где присутствует знак «-» – вычитается. В результате преобразований клетка (2;4) становится базисной, а клетка (3;4) – свободной. В табл. 8 представлен новый опорный план.

Таблица 8

Опорный план № 3

Кол-во эвакуируемого населения/ вместимость ПВР, тыс. человек	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Возможности
P_1	7 15	10	11	12 8	9 2	25
P_2	16	8 5	12	10 11	13	16
P_3	14	11 13	9	14	12	13
P_4	9	15	6 10	13	7 2	12
P_5	10	10	11	8	5 10	10
Потребности	15	18	10	19	14	76/76

Значение целевой функции для данного плана (формула (1)) является:

$$J_3 = 15 \cdot 7 + 8 \cdot 12 + 2 \cdot 9 + 5 \cdot 8 + 11 \cdot 10 + 13 \cdot 11 + 10 \cdot 6 + 2 \cdot 7 + 10 \cdot 5 = 636$$

Проверим новый полученный план на оптимальность.

По количеству строк и столбцов в плане устанавливаем соответствующее число потенциалов u_1, u_2, u_3, u_4, u_5 – потенциалы сборных эвакуационных пунктов, и w_1, w_2, w_3, w_4, w_5 – потенциалы ПВР.

Для занятых клеток табл. 5 составим систему уравнений по формуле (2).

Предположим, что $u_1=0$, в таком случае получим следующие значения:

$$u_1 + w_1 = 7 \rightarrow w_1 = 7$$

$$u_1 + w_4 = 12 \rightarrow w_4 = 12$$

$$u_1 + w_5 = 9 \rightarrow w_5 = 9$$

$$u_2 + w_2 = 8 \rightarrow w_2 = 10$$

$$u_2 + w_4 = 10 \rightarrow u_2 = -2$$

$$u_3 + w_2 = 11 \rightarrow u_3 = 1$$

$$u_4 + w_3 = 6 \rightarrow w_3 = 8$$

$$u_4 + w_5 = 7 \rightarrow u_4 = -2$$

$$u_5 + w_5 = 5 \rightarrow u_5 = -4$$

Полученные значения вносим в табл. 9.

Таблица 9

Опорный план № 3 с потенциалами

Потенциалы	$w_1=7$	$w_2=10$	$w_3=8$	$w_4=12$	$w_5=9$
$u_1=0$	7 15	10	11	12 8	9 2
$u_2=-2$	16	8 5	12	10 11	13
$u_3=1$	14	11 13	9	14	12
$u_4=-2$	9	15	10 6	13	7 2
$u_5=-4$	10	10	11	8	5 10

Для остальных, незанятых клеток плана составим оценку:

$$\Delta_{12}=10-(0+10)=0$$

$$\Delta_{41}=9-(-2+7)=4$$

$$\Delta_{13}=11-(0+8)=3$$

$$\Delta_{42}=15-(-2+10)=7$$

$$\Delta_{21}=16-(-2+7)=11$$

$$\Delta_{44}=13-(-2+12)=3$$

$$\Delta_{23}=12-(-2+8)=6$$

$$\Delta_{51}=10-(-4+7)=7$$

$$\Delta_{25}=13-(-2+9)=6$$

$$\Delta_{52}=10-(-4+10)=4$$

$$\Delta_{31}=14-(1+7)=6$$

$$\Delta_{53}=11-(-4+8)=7$$

$$\Delta_{33}=9-(1+8)=0$$

$$\Delta_{54}=8-(-4+12)=0$$

$$\Delta_{35}=12-(1+9)=2$$

Так как в этот раз отрицательных оценок нет, то получившийся план является оптимальным. Анализ оптимального плана показал, что:

Из Суджанского района необходимо доставить в пункты субъекта № 1 – 15 тысяч человек, в пункты субъекта № 4 – 8 тысяч человек, в пункты субъекта № 5 – 2 тысячи человек.

Из Львовского района необходимо доставить в пункты субъекта № 2 – 5 тысяч человек, в пункты субъекта № 4 – 11 тысяч человек.

Из Кореневского и Глушковского районов необходимо доставить 13 тысяч человек в пункты субъекта № 2.

Из Беловского и Большесолдатского районов необходимо доставить в пункты субъекта № 3 – 10 тысяч человек, в пункты субъекта № 5 – 2 тысячи человек.

Из Рыльского и Хомутовского районов необходимо доставить 10 тысяч человек в пункты субъекта № 5.

Таким образом, применяя вышеуказанную методику при решении вопросов по организации эвакуации пострадавшего населения из территорий, попавших в зону вооруженного конфликта, органы управления ГО и РСЧС смогут принять более рациональное решение в оперативном порядке, что позволит сократить не только использование финансовых и материальных средств, но и время на разработку предложений, что в конечном итоге повысит вероятность уменьшения количества погибших и пострадавших людей.

Список источников

1. Обращение Президента Российской Федерации 24 февраля 2022 г. Официальные сетевые ресурсы Президента Российской Федерации. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/speeches/67843> (дата обращения: 10.11.2025).

2. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федер. закон Рос. Федерации от 21 дек. 1994 г. № 68-ФЗ (ред. от 8 авг. 2024 г.), (с изм. и доп., вступ. в силу с 26 нояб. 2024 г.). Доступ из информ.-правового портала «КонсультантПлюс».

3. ГОСТ Р 22.3.17-2020. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Планирование мероприятий по эвакуации и рассредоточению населения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций. Основные положения. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

4. Атака на Курскую область (2024). Интернет-энциклопедия «Рувика». URL: [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Атака_на_Курскую_область_\(2024\)](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Атака_на_Курскую_область_(2024)) (дата обращения: 10.11.2025).

5. Ашманов С.А. Линейное программирование. М.: Ленанд. 2021. 304 с.

6. Бирюкова Л.Г., Р.В. Сагитов. Линейная алгебра и линейное программирование. Практикум. М.: Юрайт. 2025. 45 с.

7. Пашков Н.Н. Транспортная логистика (линейное программирование): учеб. пособие. М.: Прометей. 2020. 202 с.

8. Трушков А.С. Исследование операций. Задачи транспортного типа. Сетевое и целочисленное программирование. Т. 2. Учебник для вузов. М.: Лань. 2022. 380 с.

9. Божко А.Н. Методы линейного программирования. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана 2022. 92 с.
10. Трушков А.С. Исследование операций. Линейное программирование. Т. 1. Учебник для вузов, 2-е изд., стер. М.: Лань. 2023. 292 с.

References

1. Obrashchenie Prezidenta Rossijskoj Federacii 24 fevralya 2022 g. Oficial'nye setevye resursy Prezidenta Rossijskoj Federacii. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/speeches/67843> (data obrashcheniya: 10.11.2025).
2. O zashchite naseleniya i territorij ot chrezvychajnyh situacij prirodnoho i tekhnogennoho haraktera: Feder. zakon Ros.Federacii ot 21 dek. 1994 g. № 68-FZ (red. ot 8 avg. 2024 g.), (s izm. i dop., vstup. v silu s 26 noyab. 2024 g.). Dostup iz inform.-pravovogo portala «Konsul'tantPlyus».
3. GOST R 22.3.17-2020. Bezopasnost' v chrezvychajnyh situacijah. Planirovanie meropriyatij po evakuacii i rassredotocheniyu naseleniya pri ugroze i voznikovenii chrezvychajnyh situacij. Osnovnye polozheniya. Dostup iz inform.-pravovogo portala «Garant».
4. Ataka na Kurskuyu oblast' (2024). Internet-enciklopediya «Ruviki». URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Ataka_na_Kurskuyu_oblast'_2024 (data obrashcheniya: 10.11.2025).
5. Ashmanov S.A. Linejnoe programmirovaniye. M.: Lenand. 2021. 304 s.
6. Biryukova L.G., R.V. Sagitov. Linejnaya algebra i linejnoe programmirovaniye. Praktikum. M.: YUrajt. 2025. 45 s.
7. Pashkov N.N. Transportnaya logistika (linejnoe programmirovaniye): ucheb. posobie. M.: Prometej. 2020. 202 s.
8. Trushkov A.S. Issledovanie operacij. Zadachi transportnogo tipa. Setevoe i celochislennoe programmirovaniye. T. 2. Uchebnyk dlya vuzov. M.: Lan'. 2022. 380 s.
9. Bozhko A.N. Metody linejnogo programmirovaniya. M.: MGTU im. N.E. Baumana 2022. 92 s.
10. Trushkov A.S. Issledovanie operacij. Linejnoe programmirovaniye. T. 1. Uchebnyk dlya vuzov, 2-e izd., ster. M.: Lan'. 2023. 292 s.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 20.01.2026; одобрена после рецензирования: 12.02.2026; принята к публикации: 19.02.2026

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 20.01.2026; approved after review: 12.02.2026; accepted for publication: 19.02.2026

Сведения об авторах:

Кондратков Александр Сергеевич, слушатель факультета руководящего состава Академии гражданской защиты МЧС России (141435, г. Химки, ул. Соколовская, стр. 1А), e-mail: kondratkovsascha@gmail.com

Усачева Татьяна Валерьевна, заведующий кафедрой высшей математики Академии гражданской защиты МЧС России (141435, г. Химки, ул. Соколовская, стр. 1А), кандидат педагогических наук, доцент, e-mail: t.usacheva@agz.50.mchs.gov.ru, SPIN-код: 5387-3589

Information about the authors:

Kondratkov Alexander S., student of Academy of civil protection of EMERCOM of Russia (141435, Khimki, Sokolovskaya st., building 1A), e-mail: kondratkovsascha@gmail.com

Usacheva Tatyana V., head of the department of higher mathematics of Academy of civil protection of EMERCOM of Russia (141435, Khimki, Sokolovskaya st., building 1A), candidate of pedagogical sciences, associate professor, e-mail: t.usacheva@agz.50.mchs.gov.ru, SPIN: 5387-3589