



DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR MANAGEMENT OF RESERVES OF MATERIAL RESOURCES IN THE LIQUIDATION OF EMERGENCY SITUATIONS OF NATURAL

Akhmetov Zh. N.

Master's Student of the Department

(operational management of RSChS and GO events), +998991103693

Belousov N. V.

Doctor of Economics, Associate Professor of the Department

(Operational Management of RSChS and Civil Defense)

Academy of Civil Protection EMERCOM of Russia

Shamansurov S. S.

Ph.D., Associate Professor of the Department of Life Safety, sunnat.

shamansurov@rambler.ru, +989977720161

Naimova M. Z.

Doctoral Student of the Department of Life Safety,

Tashkent State Technical University named after I.Karimov

+998911913819

Annotation

The article develops proposals for the management of reserves and material resources in the elimination of natural emergencies.

Key words: emergency situation, forces and means, measures, liquidation, material resources, reserve.

Аннотация. В статье разработана предложения по управлению резервами и материальных ресурсов при ликвидации чрезвычайных ситуаций природного характера.

Аннотация. Мақолада табиий тусдаги фавқулудда вазиятларни бартараф этишда материал ресурслар ва заҳираларни бошқариш таклифлари ишлаб чиқилган.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, силы и средства, мероприятия, ликвидация, материальные ресурсы, резерв.



Калит сўзлар: факулудда вазиятлар, куч ва воситалар, чора-тадбир, бартараф этиш, моддий ресурслар, заҳира.

Чрезвычайные ситуации (ЧС) природного характера часто становятся «спусковым крючком» возникновения целого ряда масштабных изменений в природной среде региона, в том числе в состоянии ландшафта, атмосферы, гидросферы и биосферы, что, естественно, сказывается на здоровье и условиях жизни людей.

Анализ статистических данных по чрезвычайным ситуациям природного характера в Республике Узбекистан показывает, что их возникновение в значительной мере не случайно. Рост количества природных чрезвычайных ситуаций закономерен и цикличен, что отражает ход природных процессов.

В республике активно создаются и развиваются мероприятия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Президент Республики Узбекистан Ш.М. Мирзиёев определил «Стратегию действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах», которая включает совершенствование системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [1].

За последние годы в этом направлении в Республике активно ведется работа, в частности Указ Президента Республики Узбекистан от 1 июня 2017 года № УП-5066 «О мерах по коренному повышению эффективности системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций», постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 26 августа 2020 года № 515 «О дальнейшем совершенствовании государственной системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях Республики Узбекистан», а также постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 15 февраля 2019 года № 137 «Об утверждении положения о порядке создания, использования и восстановления резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций», а также вопросы связанные с резервами ресурсов, уделяется большое внимание в качестве одного из основных направлений материального обеспечения при проведении спасательных работ, а это в свою очередь, требует от органов управления территориальной подсистемы государственной системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях (далее - ГСЧС) Республики Узбекистан на местном уровне правильный и рассчитанный подход к созданию и размещению резервов материальных ресурсов [2,3,4].

Целью исследования является повышение оперативности управления резервами материальных ресурсов при ликвидации ЧС за счет рационального размещения.



Задачи исследования:

1. Анализ системы управления резервами материальных ресурсов ТП ГСЧС при ликвидации ЧС.
2. Выбор и обоснование математического метода по управлению резервами материальных ресурсов ТП ГСЧС.
3. Выработка предложений по совершенствованию управления резервами материальных ресурсов ТП ГСЧС.

Для прогнозирования и определения наиболее экономичной модели РМР ТП ГСЧС, необходимо осуществить математическое моделирование процесса создания и размещения РМР ТП ГСЧС.

Для этого зададим следующий исходные данные:

θ - длительность планируемого периода;

N - спрос планируемый период;

K - накладные расходы;

S - стоимость хранения единицы материальных средств в единицу времени;

P - штраф за дефицит материальных средств в единицу времени;

λ - интенсивность поставки, т.е. количество МС, в единицу времени;

μ - интенсивность спроса, т.е. количество МС, спрашиваемых в ед. времени;

X - максимальный уровень запасов (объем хранилища);

T - период поставки;

L - суммарные расходы за планируемый период;

L_B - средние расходы в единицу времени;

L_t - суммарные расходы за период поставки.

Априорно выполняются следующие неравенства:

$$\mu < \lambda, \quad (1.1)$$

$$S < P, \quad (1.2)$$

иначе существование системы материального обеспечения бессмысленно. Если считать, что условие (1.1) неверно, тогда накопление запасов системой невозможно, а при неверности неравенства (1.2), рациональнее выплачивать штраф, чем что-либо хранить, при этом необходимость создания системы отпадает. При моделировании процесса материального обеспечения принимаем что неравенства (1.1), (1.2) верны.

Если спрос непрерывен, то интенсивность μ постоянна, то есть не меняется во всем периоде работы. Мгновенные поставки в математической модели говорят о том, что, поставки на много превышают интенсивность спроса (1.1). Это говорит о том, что в начале функционирования, система на основании неравенства (1.1)



будет находится в состоянии X и практически мгновенно будет восполнять свой уровень до состояния X и в период функционирования T будет занята обеспечением материальными средствами. В конце функционирования в период T количество запасов будет стремиться к нулю. Далее система повторяет цикл. В период всего функционирования система расходует средства на хранение запасов. Рассчитаем суммарные расходы за период поставки L_t . Суммарные расходы на период поставки складываются из расходов на хранение и накладных расходов. Количество запасов в период функционирования T линейно-уменьшаются от максимума до нуля, тогда принимается что в среднем за время T хранится 50% от X , тогда

$$L_t = \frac{XST}{2} + K. \quad (1.3)$$

Для того чтобы найти средний расход надо определить отношение расхода на период поставки и значения $T:L_e = \frac{\frac{XST}{2} + K}{T}$.

где

$$L_e = \frac{XS}{2} + \frac{K}{T} \quad (1.4)$$

Принимая во внимание, что система определяет максимальный уровень поставки за период T тогда интенсивность спроса определяется по отношению

$$\mu = \frac{X}{T}$$

где находим

$$T = \frac{X}{\mu} \quad (1.5)$$

Преобразуем формулу (2.4) подставляя выражение (2.5), получаем

$$L_e = \frac{XS}{2} + \frac{K\mu}{X} \quad (1.6)$$

Необходимо найти такое оптимальное X где средний расход в единицу времени стремился бы к минимуму. Также следовало бы учесть тот факт что X не может быть отрицательным значением.

$$X > 0. \quad (1.7)$$

При решении этой задачи необходимо учитывать стационарность процесса что позволит нам приравнять производную от L_e по X к нулю, получим выражение $\frac{S}{2} -$

$$\frac{K\mu}{X^2} = 0.$$

Преобразовывая его на основании выражения (1.7) получаем

$$X = \sqrt{\frac{2K\mu}{S}}. \quad (1.8)$$

подставляя (1.8) в (1.5), получаем



$$T = \frac{\sqrt{\frac{2K\mu}{S}}}{\mu}. \quad (1.9)$$

Подставляя (1.8) в (1.6), находим

$$L_e = \sqrt{2K\mu S}. \quad (1.10)$$

Выражения (1.8) - (1.10) задают оптимальное значение интересующих нас параметров рассматриваемой модели.

В случае необходимости задания длительности планируемого периода θ её выбирают кратной периоду поставки T , при этом суммарные расходы за планируемый период равны

$$L = \theta\sqrt{2K\mu S}. \quad (1.11)$$

Выражение (1.11) является произведением (1.10) на θ .

Одной из основных целей сокращения транспортных расходов является нахождение мест рационального размещения и кратчайших путей из точки А в точку Б. Под «кратчайший путь» понимается не минимальное расстояние, а минимальная затрата времени на прохождение пути. Сеть дорог может быть представлена в виде графа с нижеперечисленными параметрами:

граф является ориентированным графом;

в графе нет ребер с отрицательным весом;

в графе большое количество вершин;

граф находится в одном компоненте связности;

каждое ребро графа имеет различную длину.

Ценность любого алгоритма состоит в его эффективности, времени работы программы и в легкости написания этого алгоритма.

Исходя из этого, алгоритм нахождения кратчайшего пути должен обладать определенными свойствами. Это возможность работы с полным графом, небольшая сложность алгоритма, а также возможность сохранения всего пути в формате вершин и ребер в массиве или другой структуры данных.

Для анализа и сравнения алгоритмов, удобно начать с алгоритмов, связанные с поиском кратчайшего пути. На данный момент известно множество различных алгоритмов, которые могут быть реализованы на языках программирования.

Выберем самые основные алгоритмы, такие как алгоритм Дейкстры, алгоритм Флойда-Уоршелла, алгоритм Беллман-Форда, а также добавим алгоритм



бэктрекинга, который не находит кратчайшего пути, но алгоритм важен в поиске кратчайшего пути.

Для бесперебойного обеспечения сил ТП ГСЧС при возникновении ЧС в различных частях города Ташкента необходимо определить места организации филиалов резервов материальных ресурсов предназначенных для ликвидации ЧС. Чтобы определить места для филиалов, мы должны определить рациональные маршруты перевозки материальных запасов.

Территория города Ташкента условно делится на 12 экономических районов это Мирабадский экономический район, Бектемирский экономический район, Хамзинский экономический район, Юнусабадский экономический район, Чиланзарский экономический район, Мирзо-Улугбекский экономический район, Алмазарский экономический район, Яккасарайский экономический район, Шайхонтохурский экономический район, Сергелийский экономический район, Учтепинский и Зангатинский экономические районы. Состав входящих районов в экономические районы смотрим табл.1.

Таблица 1

Районы города Ташкента, входящие в состав экономических районов

№	Наименование экономических районов
1.	Алмазарский экономический район
2.	Юнусабадский экономический район
3.	Шайхонтохурский экономический район
4.	Мирзо-Улугбекский экономический район
5.	Учтепинской экономический район
6.	Чиланзарский экономический район
7.	Яккасарайский экономический район
8.	Мирабадский экономический район
9.	Сергелийский экономический район
10.	Яшнабадский экономический район
11.	Зангатинский экономический район
12.	Бектемирский экономический район

Географические центры экономических районов, соединенные между собой автодорожной сетью, представим в виде связного, ранжированного графа (рис. 1).

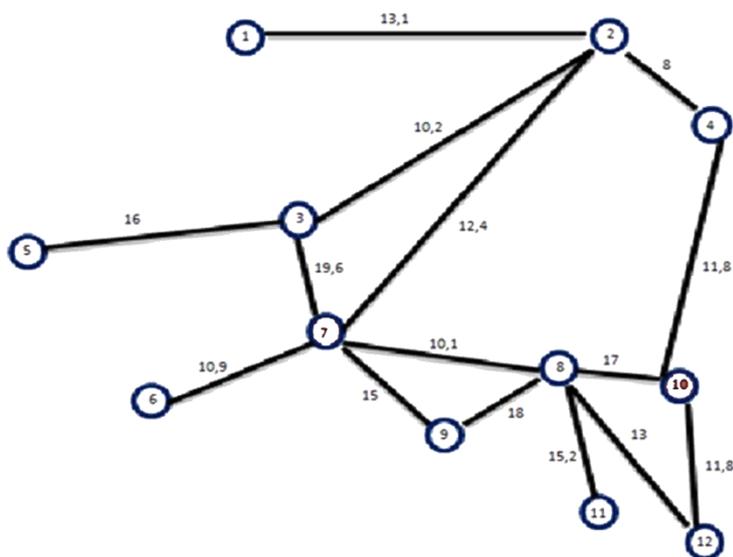


Рис.1. Ранжированный граф, представляющий сеть автодорог соединяющий районы города Ташкент

Ранги графа представлены расстояниями между населенными пунктами. Необходимо определить рациональные места размещения филиалов резерва НГЗ - хокима города Ташкент.

Примем что существует граф $G = (V, E), |V| = n$ вершины которого имеют нумерацию от 1 до n и введем обозначение $d_{i,j}^k$ ($i < j < k$) которое обозначает кратчайший путь от i до j , путь проходит кроме i, j только через $1 \dots k$. Априори, что $d_{i,j}^0$ - ранг ребра (i, j) , если ранг присутствует (иначе ранг отображается как ∞) [5].

Существует два варианта значения $d_{i,j}^k, k \in (1, \dots, n)$:

1. Кратчайший путь между i, j не проходит через вершину k , тогда $d_{i,j}^k = d_{i,j}^{k-1}$
 2. Существует более короткий путь между i, j проходящий через k , тогда он сначала идёт от i до k , а потом от k до j . В этом случае, очевидно, $d_{i,j}^k = d_{i,k}^{k-1} + d_{k,j}^{k-1}$
- Следственно, при нахождении функции выбирается минимальное значение из двух представленных значений рангов.

Определяем рекуррентную формулу $d_{i,j}^k$:

$$d_{i,j}^0 - \text{длина ребра } (i, j); \quad (1.12)$$

$$d_{i,j}^k = \min\{d_{i,k}^{k-1} + d_{k,j}^{k-1}; d_{i,j}^{k-1}\} \quad (1.13)$$

С помощью алгоритма Флойда-Уоршелла пошагово вычисляются значения $d_{i,j}^k, \forall i, j$ для k от 1 до n . Значения $d_{i,j}^n$ будут являться кратчайшими путями от i до j



Таблица 2
Длины кратчайших путей между вершинами графа G

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	13,1	11,2	21,7	27,2	15,6	25,5	25,4	28,9	33,6	40,8	38,4
2	13,1	0	10,2	8,6	26,2	24,6	12,4	12,3	37,9	20,5	27,7	25,3
3	11,2	10,2	0	18,8	16	14,4	19,6	22,5	27,7	30,7	37,9	35,5
4	21,7	8,6	18,8	0	34,8	33,2	21	9,8	46,5	11,9	25,2	22,8
5	27,2	26,2	16	34,8	0	9,1	35,6	38,5	22,4	46,7	53,9	51,5
6	15,6	24,6	14,4	33,2	9,1	0	10,9	26,9	13,3	45,2	42,3	39,9
7	25,5	12,4	19,6	21	35,6	10,9	0	10,1	15	32,9	25,5	23,1
8	25,4	12,3	22,5	9,8	38,5	26,9	10,1	0	18	17	15,4	13
9	28,9	30,3	27,7	26,8	22,4	13,3	15	18	0	35	20	17
10	33,6	20,5	30,7	11,9	46,7	45,2	32,9	17	35	0	32,4	10,8
11	40,8	27,7	37,9	25,2	53,9	42,3	25,5	15,4	20	32,4	0	27
12	38,4	25,3	35,5	22,8	51,5	39,9	23,1	13	17	10,8	27	0

В таблице 2 получены результаты, которые представляют кратчайшие пути между вершинами графа.

Для совершенствования управления резервами материальных ресурсов ТП ГСЧС города Ташкента необходимо рационально распределить по территории города логистические центры материального обеспечения с учетом транспортной системы, географического расположения, наличия логистического потенциала, безопасности района и подверженности территорий различным видам чрезвычайных ситуаций. Предложенная методика позволила определить местонахождение рационального расположения районов для создания филиалов резерва материальных ресурсов ТП ГСЧС города Ташкента.

Согласно расчетным данным определены два филиала резервов материальных ресурсов которые являются крупными транспортными узлами это филиал **Яккасарайского района** для материального обеспечения сил ТП ГСЧС на территории Чиланзарского, Шайхонтахурского Сергелийского, Учтепинского экономических районов, филиал **Яшнабадского района** для материального обеспечения сил ТП ГСЧС на территории Мирзо-Улугбекского, Мирабадского, Юнусабадского, Алмазарского, Бектемирского, Зангатинского экономических районов.

В связи с этим решением начальника гражданской защиты – Хокима, города Ташкента появляется возможность создание филиалов резервов материальных ресурсов, при наличии аналитической информации о возможных ЧС природного



характера.

Таким образом, в современных экономических условиях совершенствование управления резервами ТП ГСЧС через рациональные размещения резерва позволит:

- заблаговременно пополнять резервы филиалов на территории с помощью дешевых видов доставки материальных средств через железнодорожный транспорт. При отсутствии филиалов, в случае чрезвычайной ситуации возникает необходимость экстренной доставки материальных средств, что повлечет за собой использование более дорогих средств доставки, таких как воздушный и автомобильный транспорт;
- обеспечить непрерывное снабжение материальными ресурсами сил ТП ГСЧС в зоне чрезвычайной ситуации;
- специфику материальных средств необходимых для обеспечения действий сил ТП ГСЧС на территории по подверженности конкретным видам ЧС;
- снизить стоимость обеспечения материальными средствами сил ТП ГСЧС при чрезвычайной ситуации;
- сократить время экстренной доставки материальных ресурсов в зону ЧС.

Использованная литература

1. Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017 - 2021 годах.
2. Указ Президента Республики Узбекистан от 1 июня 2017 г. № УП-5066, «О мерах по коренному повышению эффективности системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».
3. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 26 августа 2020 года № 515 «О дальнейшем совершенствовании государственной системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях Республики Узбекистан».
4. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 15 февраля 2019 года № 137 «Об утверждении положения о порядке создания, использования и восстановления резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций».
5. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ - 2-е изд. -М.: Вильямс», 2006.
6. Белоусов В.Н., Ахметов Ж.Н., Наимова М.З. Логистические элементы в системе обеспечения безопасности и управления рисками при чрезвычайных ситуациях. Совершенствование Единой государственной системы предупреждения и



ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны Российской Федерации на современном этапе: сборник трудов секции №1 XXX Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь», 19 марта 2020 года. – ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. – 2020. -С.16-21.

7. Шамансуров С.С., Наимова М.З. Логистика создания и использования резервов в концепции материально-технического обеспечения мероприятий гражданской защиты. XV международная научно-практическая конференция “Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы”. -Минск.УГЗ. 2021. – С. 520-522.

8. Наимова М.З., Шамансуров С.С., Ахмеджанова Н.А. Организация мероприятия по ликвидации последствий военных конфликтов // Военные конфликты современности: содержание и извлеченные уроки. Ташкент: Академия Вооруженных Сил Республики Узбекистан. 2019. С. 69-72.