

MODEL FOR DETERMINING THE OPTIMAL GROUPING OF FORCES FOR ELIMINATION OF CONSEQUENCES OF INCIDENTS RELATED TO MILITARY SITES

Neli-Maria AntonovA Popova

*"Konstantin Preslavsky" University of Shumen, Logistics at the Faculty of Technical Sciences, Department of Engineering, Shumen,
e-mail: neli_pop@abv.bg*

Annotation: *A model is presented in the development, allowing the determination of the optimal grouping of forces and means for the liquidation of consequences of incidents related to military sites on the territory of the Republic of Bulgaria. The model is based on the sequential solution of the following tasks: determination of the required volume of works performed in the incident area; assessment of the forces and means necessary for carrying out emergency rescue and other urgent works; selection of an optimal variant for distribution of the rescue formations at the sites affected by the incident.*

Key words: *logistics, incidents related to military sites; emergency rescue activities.*

МОДЕЛ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОПТИМАЛНАТА ГРУПИРОВКА ОТ СИЛИ ЗА ЛИКВИДИРАНЕТО НА ПОСЛЕДСТВИЯ ОТ ИНЦИДЕНТИ, СВЪРЗАНИ С ВОЕННИ ОБЕКТИ

Нели–Мария Антонова Попова

Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“, Факултет „Технически науки“, катедра „Инженерна логистика“ гр. Шумен, e-mail: neli_pop@abv.bg

Анотация: *В доклада е представен модел, позволяващ определянето на оптималната групировка от сили и средства за ликвидирането на последствия от инциденти, свързани с военни обекти на територията на Република България. Модела се основа на последователното решаване на следните задачи: определяне на необходимия обем от работи, извършвани в зоната на инцидента; оценка на силите и средствата, необходими за провеждането на аварийно-спасителни и други неотложни работи; избор на оптимален вариант за разпределение на спасителните формирования по обектите, пострадали от инцидента.*

Ключови думи: *логистика, инциденти свързани с военни обекти; аварийно-спасителни дейности.*

Наличието на въоръжени сили неминуемо изисква създаването на определени, със съответните нормативни документи, запаси от необходимите за осигуряването на мирновременната и военновременната дейност на армейските формирования материални ресурси. Част от тези ресурси са бойните припаси.

Извършените, през последните 20 години организационни промени в структурата на въоръжените сили и намаляването на количествения състав на Българската армия доведоха до наличието на голям излишък от материални ресурси от всички класове и в частност от клас пети – бойни припаси [2].

Голяма част от излишните бойни припаси, в настоящият момент, са с дълъг срок на съхранение (над 20÷30 години), който надвишава гаранционния срок, определен от производителя [1]. Дългият срок на съхранение неминуемо води до влошаване на техническото състояние на съхраняваните бойни припаси, а това от своя страна може да доведе до възникване на аварии в складовите бази, свързани със самовзривяване или samozапалване на барутите и взривните вещества, които са съставна част на боеприпасите. При възникване на подобен инцидент, поради големите количества бойни припаси, съхранявани в складовите бази може да се стигне до сериозни последици за цивилното население или промишлени предприятия, намиращ в близост до военни бази.

От друга страна поради нараствалата терористична дейност в цял свят, военните обекти се явяват първостепенни цели за създаване на предпоставки за дестабилизиране на законно избрани правителства и създаване на безредици в държавата.

Поради изложеното по-горе възникването на инциденти, свързани с взривяване на военни складови бази, в които се съхраняват бойни припаси изисква да се разгледа като един от рисковете касаещи националната сигурност на Република България.

Ликвидирането на последствията от инциденти от такъв характер е необходимо да бъде осъществено в най-кратки срокове за постигане на нормализиране на дейността в засегнатия район от една страна, но от друга е неминуемо свързано със значителни рискове за извършващите тези дейности.

Всичко това изисква създаването на оптимална организация за извършването на аварийно-спасителни дейности (АСД).

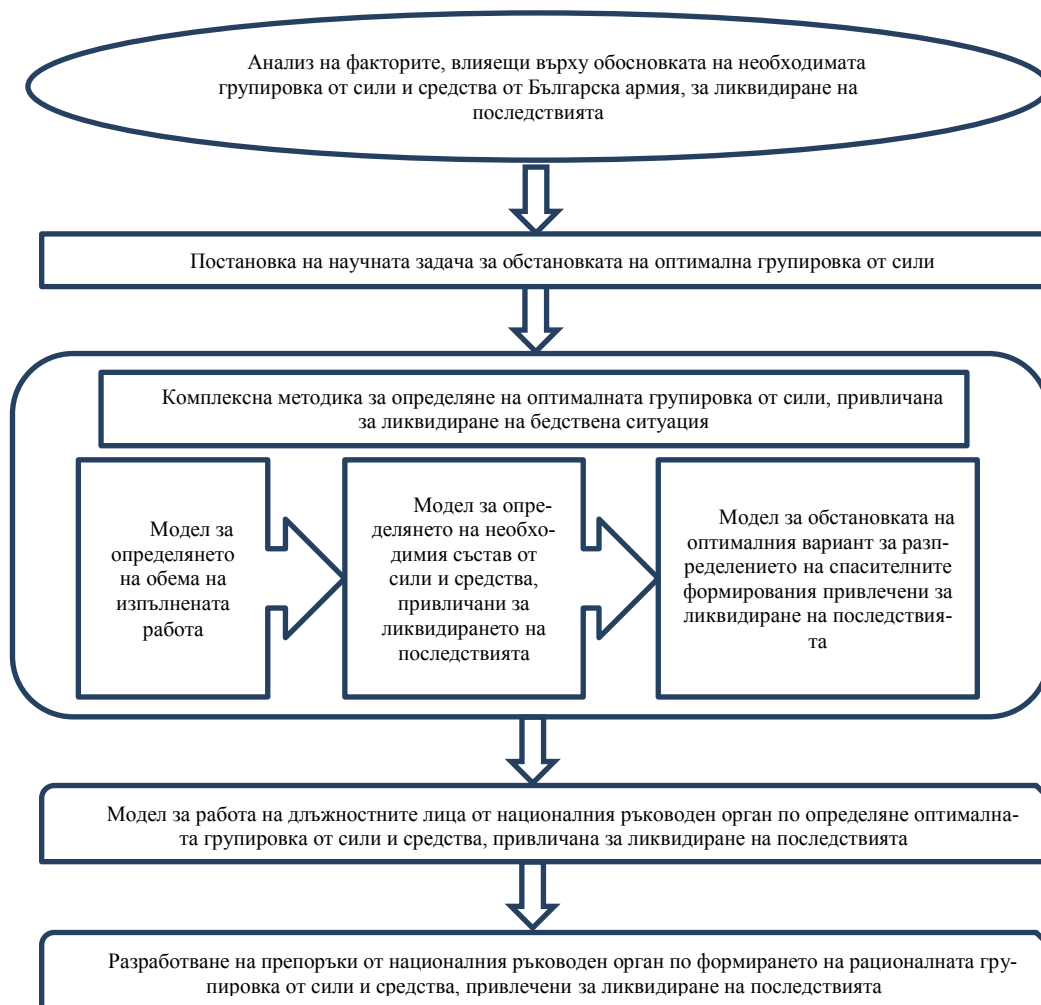
Настоящата разработка си поставя за цел да представи някои методически предписания за извършването на логистичното осигуряване на АСД в подобни ситуации.

Един от най-сложните проблеми при организацията и осигуряването на АСД е създаването на оптимална групировка от спасителни формирования за ликвидиране на възникналите последствия с отчитане на обема на изпълняваните дейности, силите и средствата за нейното провеждане, а също така и местата на дислокация на формированията. За извършването на АСД в засегнатата зона могат да бъдат включени както щатни, така и доброволни спасителни формирования.

Съставът на силите и средствата на групировката, привличана за ликвидиране на последствията, трябва да се определят с отчитането на прогнозната обстановка, която може да възникне в зоната на разрушенията.

Анализът на достъпни научно-методически публикации показва, че разработените до сега теоретични постановки и практически препоръки макар, че дават необходимата база за решаването на подобна задача не са достатъчни за решаването на конкретния проблем поради това, че не отчитат някои фактори, като най-важният е дислокацията на спасителните формирования [5, 7, 8]. Това определя актуалността на разработката.

С използването на системния подход може да представи общата схема за провеждането на изследвания по създаването на оптимална групировка от сили, привличана за ликвидирането на последствията от инциденти, свързани с военни обекти (фиг. 1).



Фиг. 1. Алгоритъм за създаване на модел за оптимална групировка от сили, привлечена за ликвидирането на последствия от инциденти, свързани с военни обекти.

От схемата е видно, че основен блок в нея е разработването на комплексен модел, предназначен за решаването на следните задачи:

- определяне на обема на дейностите, които е необходимо да се изпълнят в засегнатата зона;
- определяне на необходимия състав от сили на групировката, привлечена за ликвидирането на последствията;
- избор на оптимален вариант за разпределение на спасителните формирования за извършването на АСД в засегнатата зона.

За решаването на първата задача могат да бъдат използвани аналитични зависимости за обема на АСД, които трябва да бъдат извършени в засегнатата зона [8].

Оценката на възможната обстановка при взривове предполага определянето на мащабите и характера на възможните разрушения, развалини, пожари, аварии в електроснабдителните мрежи и оценка на ориентируващите загуби сред населението.

Изходни данни за определяне на обема работи, извършвани в зоната на бедствието са:

- вида и количеството на взривното вещество (ВВ), намиращо се в склада с боеприпаси;
- количеството хора, намиращо се в бедствената зона;
- часово време на възникването на бедствието;

- характеристиките на разрушените обекти, намиращи се в бедствената зона.

Границите на зоните с различна степен на разрушаване на зданията се определят от формулата [8]:

$$R = KC^{1/3}[1 + (3180 / C)^2]^{-1/6} \quad (1)$$

където: R - разстояние, [m];

C – маса на заряда ВВ, [kg] (тротилов еквивалент);

K - коефициент (същият е равен на: 3,8 - при пълното разрушаване на зданията; 5,6 - 50 % от зданията са напълно разрушени; 9,6 – зданията са непригодни за обитаване; 28 - умерени разрушения, повреди по вътрешни слаби прегради; 56 - малки повреди по зданията, разбити са 10 % от стъклата).

Обема на развалините V_3 при напълно разрушено здание се определят от формулата [8]:

$$V_3 = \frac{\gamma \cdot A \cdot B \cdot H}{100} \quad (2)$$

където: A, B, H - дължина, ширина и височина на зданието;

γ -обем на развалините на 100 m³ от обема на зданието, който се приема:

за промишлени здания - $\gamma = 20$ m³;

за жилищни здания - $\gamma = 40$ m³.

При частично разрушаване на зданието обема на развалините се приема за равен на 50 % от обема при неговото пълно разрушаване.

Използването на приведените формули позволява определянето на размера на зоните на разрушение, количеството разрушени здания и съоръжения, намиращи се в зоните и обема на развалините. Тези данни могат да бъдат използвани в интерес на логистиката в качеството им на изходни данни за определянето на необходимия състав на силите и средствата на групировката привличана за ликвидиране на последствията.

Опита от провеждането на подобен тип действия по ликвидиране на последствията от българската армия показва, че разчистването на развалините, поради липсата на автономни средства, е най-целесъобразно да се извършва от екипи за ръчно разчистване и сборни механизирани групи [3].

Количеството личен състав $N_{\text{МГ}}$, необходим за комплектуването на тези механизирани групи се определя по следната формула [8]:

$$N_{\text{МГ}} = 0,15 \cdot \frac{V_3 \cdot \Pi_3}{T} \cdot K_3 \cdot K_c \cdot K_n \quad (3)$$

където: V_3 - обем на развалините от разрушените здания и съоръжения, който трябва да се разчисти [m³];

Π_3 - трудоемкост по разчистване на развалините [човекочаса / m³] която се приема равна на 1,8 [човекочаса / m³];

T - общо нормативно време за изпълнение на спасителните работи [часове];

K_3 - коефициент, отчитащ структурата на развалините, който се определя по таблица 1;

K_c - коефициент, отчитащ снижаването на производителността в тъмното време от денонощието, който се приема равен на $K_c = 1,5$;

K_n - коефициент, отчитащ климатичните условия, който се определя по таблица 2.

Таблица 1

Стойности на коефициента K_z

За жилищни сгради		За промишлени сгради	
от тухли	от панели	от тухли	от панели
0,2	0,75	0,65	0,9

Таблица 2

Стойности на коефициента K_n

Температура на въздуха, °C	>25	25...0	0...-10	-10...-20	<-20
K_n	1,5	1,0	1,3	1,4	1,6

Формула (3) е приложима при условие, че броя на хората под развалините не е известен. Затова коефициента 0,15 отпред, предполага (от опит) част от целия обем на разчистваните развалини. Тази формула може да се използва при голям обем на разрушенията [8].

Ако е известно предполагаемото количество хора, които могат да се намират под развалините, то обема от работа по разчистване на развалините за тяхното извличане се определя по формулата:

$$V_3 = 1,25 \cdot N_{зав} \cdot h_{зав} \quad (4)$$

където: $N_{зав}$ - количество хора, намиращи се под развалините [бр.];

$h_{зав}$ – височина на развалините [м].

Дадената зависимост предполага, че за извличането на един пострададал е необходимо да се направи проходна шахта в развалините по цялата височина на отломките с размери 1x1 m. Коефициента 1,25 отчита нарастването на обема работа поради усложняване обработката на шахтата (свличане на отломки, извличане на големи парчета, наклон на шахтата и т.н.) [8].

За решаване на втората задача - определяне на необходимия състав от сили на групировката, привлечана за ликвидирането на последствията е необходимо първо да се определи броя на сборните механизирани групи.

За определянето броя на сборните механизирани групи ($n_{смг}$) е необходимо общата численост на личния състав да се раздели на числеността на една група [3]:

$$n_{смг} = \frac{N_o}{N_{Мг}} \quad (5)$$

където: N_o – обща численост на личния състав [бр.];

$N_{Мг}$ – численост на една механизирана група [бр.].

Общият брой на спасителните групи ($n_{р.з}$) за ръчно разчистване се определя от формулата [8]:

$$n_{р.з} = n \cdot k \cdot n_{смг} \quad (6)$$

където: n – количество смени в денонощие при изпълнението на спасителните работи;

k - коефициент, отчитащ съотношението между сборните механизирани групи и групите за ръчно разчистване в зависимост от структурата на развалините, определя се по таблица 3.

Стойности на коефициента k

Брой групи за ръчно разчистване за смяна на една механизирани група при извършване на спасителни работи в развалини			
За жилищни сгради		За промишлени сгради	
от тухли	от панели	от тухли	от панели
8	3	2	1

Количеството на личния състав за окомплектоване на групите за ръчно разчистване на развалините ($N_{p.z}$) се определя като произведение от техния брой по числеността на една група за ръчно разчистване на развалините (обикновено 7 човека).

Ако всичките развалини се разчистват ръчно, тогава необходимия брой групи за ръчно разчистване може да се определи по формулата [8]:

$$n_{pз} = \frac{V_{зав.} \cdot n}{T.П_{з.р.}} \quad (7)$$

където: $П_{з.р.}$ – производителност на едно звено за ръчно разчистване, която се приема за равна на 1,2 [$m^3/ч$];

n - брой смени за денонощие при извършване на спасителни работи.

По този начин, предложените аналитични зависимости позволяват на базата на зададен обем от работа да се определят необходимото количество сили, необходими за провеждането на АСД в засегнатите зони.

Обемът на изпълняваните дейности в засегнатите зона, предизвикани от действието на взривни вещества и боеприпаси и необходимия състав на силите за ликвидиране на последствията се явяват изходни данни за избор на оптималния вариант на разпределение на спасителните формирования по обекти и планирането на логистичното им осигуряване.

За решаването на трета задача - избор на оптимален вариант за разпределение на спасителните формирования за извършването на АСД в засегнатата зона е необходимо да са налице и следните изходни данни:

- m - спасителни формирования (сили на ПБЗН), разположени в пунктовете за дислокация A_1, A_2, \dots, A_m , със зададен състав от сили и средства съответно a_1, a_2, \dots, a_m , предназначени за извършването на АСД в засегнатата зоната на разрушения;

- n - поразени обекти, разположени в населените пунктове B_1, B_2, \dots, B_n , в които се налага провеждането на АСД, при това необходимия състав от сили е съответно: $b_1, b_2 \dots b_n$.

Времената за пристигането на силите и средствата на всяко спасително формирование, дислоцирано в пункта A_i до засегнатата зона B_j за извършване на АСД, могат да бъдат представени във вид на матрицата [1]:

$$T = \begin{matrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{m1} & t_{m2} & \dots & t_{mn} \end{matrix} \quad (8)$$

където: t_{ij} -е времето за пристигане на спасителното формирование от пункта за дислокация A_i за провеждането на АСД в пострадалия обект, разположен в населения пункт B_j , ($i = (1, m)$; $j = (1, n)$);

Разпределянето на силите на групировката, привлечана за ликвидиране на последствията (x_{ij}) трябва да се извърши по такъв начин, че общото време за пристигане до засегнатата зона да е минимално, т.е. необходимо е да се намерят такива значения на $X = x_{ij}$, които да дават минимум на функцията.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad i=1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad j=1, 2, \dots, n$$

Количеството на силите е неотрицателна и цяла стойност:

$$x_{ij} > 0, \quad i = 1, m, \quad j = 1, n$$

$$x_{ij} \in Z \quad (11)$$

където: a_i - налични сили и средства, разположени в пункта за дислокация A_i ;

b_j - състав на силите и средствата, нужни за провеждането на АСД в поразения обект, разположен в населения пункт B_j .

Даденият тип задача не се отнася към задача на линейното програмиране поради това, че величината T не е линейна функция на променливите x_{ij} .

За решаването на транспортната задача по критерия за време е необходимо да се състави таблица 4, в която:

- в горния ред се указват обектите за извършване на АСД в населените пунктове B_1, B_2, \dots, B_n (в таблица 4 отбелязани като „НП“), в най-долния ред се указва необходимия състав на силите и средствата b_1, b_2, \dots, b_n ; в първата колона се указват местата на дислокациите (в таблица 4 отбелязани като „МД“) на спасителните формирования A_1, A_2, \dots, A_m , в последната колона се указва количеството сили и средства a_1, a_2, \dots, a_m , налични в тези формирования;

- в десния долен ъгъл на таблицата се привежда балансното условие;

- във всяка клетка на таблицата се вписват значенията, определящи количеството на силите и средствата, отделяни от съответстващите спасителни формирования (A_i) за изпълнението на АСД на обект (B_j);

- в горния десен ъгъл се въвежда времето за пристигане на силите и средствата от района за дислокация на спасителното формирование (A_i) до обекта за извършване на АСД (B_j).

Построяване на транспортна таблица

<table border="1"> <tr> <td>НП</td> <td>B_1</td> <td>B_2</td> <td>...</td> <td>B_n</td> <td>a_i</td> </tr> <tr> <td>МД</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	НП	B_1	B_2	...	B_n	a_i	МД										
НП	B_1	B_2	...	B_n	a_i												
МД																	
A_1	t_{11} x_{11}	t_{12} x_{12}	...	t_{1n} x_{1n}	a_1												
A_2	t_{21} x_{21}	t_{22} x_{22}	...	t_{2n} x_{2n}	a_2												
...												
A_m	t_{m1} x_{m1}	t_{m2} x_{m2}	...	t_{mn} x_{mn}	a_m												
b_j	b_1	b_2	...	b_n	$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$												

Ако транспортната задача е небалансирана, то за нейното решаване е необходимо да се балансират значенията на съществуващите сили на спасителните формирования с необходимите количества за извършването на АСД [9]. При това са възможни два случая:

А) ако общото количество на силите в спасителните формирования е по-голямо от потребното, е необходимо да се въведе фиктивен населен пункт B_{n+1} , чиито потребности се определят от израза:

$$b_{n+1} = \sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (12)$$

при това времето за пристигане на спасителното формирование в този населен пункт се приема за равно на нула $T_{i;n+1} = 0$

$$T = \begin{matrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1n} & 0 \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2n} & 0 \\ t_{m1} & t_{m2} & \dots & t_{mn} & 0 \end{matrix} \quad (13)$$

Б) ако общото количество на силите и средствата в спасителните формирования е по-малко от сумарната потребност, то е необходимо да се въведе фиктивно спасително формирование с място за дислокация A_{m+1} , състава на силите и средствата на което се определят от израза:

$$a_{m+1} = \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n a_j \quad (14)$$

при това времето за пристигане на спасителните формирования от дадения пункт за дислокация се приема равно на нула, $T_{m+1;j} = 0$

$$T = \begin{matrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2n} \\ t_{m1} & t_{m2} & \dots & t_{mn} \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{matrix} \quad (15)$$

Решаването на транспортната задача по критерия за време включва следните етапи:

1) Съставя се начален опорен план X чрез използването на метода на най-малките тарифи или чрез метода на северозападния ъгъл;

2) построения план се проверява за оптималност с използването на метода на потенциалите [1]. Ако плана е оптимален, то минималното време за неговото осъществяване се определя от максималното значение на t_{ij} в заетите клетки и решението на задачата се завършва;

3) ако планът не е оптимален то се определят оценките на независимите клетки. Построява се цикъл, чийто връх е разположен в клетката с най-малка отрицателна оценка и по дадения цикъл се преразпределят съответните сили и средства.

Едновременно с това се зачеркват всички значения на t_{ij} , които надвишават времето за изпълнението на плана (тези клетки по-нататък не се разглеждат);

4) след преразпределянето на силите и средствата по цикъла се определя нов план, който се проверява на оптималност. В случай, че не е оптимален се повтарят действията от т.3

Така предложеният модел, създаден на базата на системния подход, позволява създаването на оптимална групировка от спасителни формирования за ликвидирането на последствия от инциденти, свързани с военни обекти с отчитането на обема на дейности, силите за тяхното извършване и местата на дислокация на силите. Това от своя страна подпомага оптималното решаване на логистичните задачи, свързани с подобен вид инциденти и позволява предварителното създаване на запаси от материални ресурси, необходими за ликвидиране на последствията.

References

1. Цонев Ц. Г., Антонов С. И., Influence of superfluous material resources class five – ammunition on the modernization of the 321Bulgarian army and national security risks arising from the large amount of superfluous ammunition in the army., International scientific conference 2020. Collection of papers. Arms, technologies,logistics. Communication and Computing technologies. Cybersecurity. Social science., "Vasil Levski" National military university "Artillery, Aircraft defence and CIS" Faculty Shumen, Bulgaria, 2020, стр. 195-200, ISSN 2367-7902.

2. Цонев Ц. Г., Ammunition utilization problems in the Republic of Bulgaria., Десета международна научна конференция "ХЕМУС 2020". Сборник доклади. Пловдив, стр. I-29 ÷I-37; 2020, ISSN 1312-2916.

3. Лунгу К.Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач. ФИЗМАТЛИТ, 2005.

4. Baryshev P.F., Mazanik A.I. Algorithm for choosing a rational route for moving a rescue military formation of the Emergencies Ministry of Russia to a potentially dangerous object // Scientific and educational problems of civil protection. 2015. № 4 (27). From 24-29.

5. Methodical recommendations for the creation, preparation and equipping of emergency rescue teams.

6. Manual on the organization of actions of rescue military units of the Russian Emergencies Ministry. Part 1. Rescue center, rescue squad. - М.: EMERCOM of Russia, 2016. - 78 p.

7. Accidents and disasters. Prevention and elimination of consequences. Tutorial in 3 books. Book 2. V.A.Kotlyarevsky, A.V. Vinogradov, S.V. Eremin, V.M. Kozhevnikov, A.A. Kostin, A.I. Kostin, S.Yu. Revenko.- М.: Publishing House DIA, 1996. 383 p.

8. Maintenance of actions and actions of emergency response forces: a textbook in 3 parts: part 2. Engineering support of activities and actions of emergency response forces: in 3 books: book 2. Operational forecasting of engineering situation in emergency situations. / Under total ed. S.K. Shoigu / V.A. Akatev, S.S. Volkov, V.S. Gavaza et al. - М.: ZAO PAPIRUS, 1998. 176 p.

9. Lungu K.N. Linear programming. Guide to solving problems. FIZMATLIT, 2005, 128p.