

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ МЕТОДИКИ ОПЕРАТИВНОГО ВЫЯВЛЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

**О.Н. Савчук, кандидат технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены пути совершенствования прогнозирования последствий землетрясений на основе существующей методики на основе поэтапного выявления и оценки обстановки, позволяющей оперативно получить данные прогноза и провести расчет сил и средств Государственной противопожарной службы МЧС России для проведения аварийно-спасательных работ и тушения пожаров в зоне разрушений.

Ключевые слова: магнитуда, интенсивность землетрясения, аварийно-спасательные работы, степени разрушения зданий и сооружений

ABOUT IMPROVEMENT OF THE TECHNIQUE OF EXPEDITIOUS IDENTIFICATION OF CONSEQUENCES OF EARTHQUAKES

O.N. Savchuk. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In article ways of improvement of forecasting of consequences of earthquakes on the basis of the existing technique on the basis of stage-by-stage identification and an assessment of the situation allowing to obtain quickly data of the forecast and to carry out calculation of forces and means of State fire service of EMERCOM of Russia for carrying out a wrecking and suppression of the fires in a zone of destructions are considered.

Keywords: magnitude, intensity of an earthquake, wrecking, extents of destruction of buildings and constructions

Одним из наиболее опасных стихийных бедствий являются землетрясения.

Внезапность в сочетании с огромной разрушительной силой сейсмических волн часто приводят к большому числу человеческих жертв и значительному материальному ущербу.

В основном это связано с разрушением зданий и сооружений, что приводит к возникновению пожаров, тушение которых будут осуществлять силы Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России.

Согласно статистике [1, 2], через сутки после землетрясения 40 % из числа пострадавших, получивших тяжелые травматические повреждения, относятся к безвозвратным потерям, через трое суток – 60 %, а через шесть суток – 95 %. Поэтому необходимо проведение спасательных работ по извлечению людей из завалов как можно быстрее.

В целях оперативности организации аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) сразу после землетрясения необходимо знать масштабы разрушений, возможных пожаров и на этой основе можно определить состав сил и средств для проведения спасательных работ, по тушению пожаров.

Факт землетрясения способны фиксировать сейсмографы, способные улавливать очень слабые сотрясения почвы с амплитудами всего несколько микрон, что позволяет определить силу землетрясения (магнитуду) по формуле [3]:

$$M=LG Z_M-1,32LGR,$$

где Z_M – амплитуда земных колебаний, мкм; R – расстояние от эпицентра землетрясения, км.

Согласно Рихтеру, магнитуда толчка есть логарифм выраженной в микронах максимальной амплитуды записи этого толчка, сделанной стандартным короткопериодным крутильным сейсмометром на расстоянии 100 км от эпицентра.

Эффективность воздействия землетрясения на внешнюю среду и, в частности, на здания количественно оценивается интенсивностью (J) по двенадцатибалльной шкале, согласно Международной модифицированной сейсмической шкале MMSK-86.

В зависимости от интенсивности землетрясения по шкале Рихтера их классификация представлена в табл. 1 [3].

Таблица 1. Классификация землетрясений

Характеристика землетрясений	Магнитуда M	Интенсивность J, баллы	Среднее число в год
Планетарного масштаба	8	11–12	1–2
Сильное:			
регионального масштаба	7–8	9–10	15–20
локального масштаба	6–7	7–8	100–150
Среднее	5–6	6–7	750–1 000
Слабое (местное)	4–5	5–6	5 000–7 000

В соответствии с классификацией их характеризуют как: слабые (1–3 балла), умеренные (4 балла), довольно сильные (5 баллов, сильные 6 баллов), очень сильные (7 баллов), разрушительные (8 баллов), опустошительные (9 баллов), уничтожающие (10 баллов), катастрофические (11 баллов), сильно катастрофические (11 баллов).

При выявлении последствий землетрясения следует руководствоваться следующей классификацией зданий по этажности:

- малоэтажные (высотой до 4-х этажей);
- многоэтажные (высотой от 5 до 8 этажей);
- повышенной этажности (высотой от 9 до 25 этажей);
- высотные (более 25 этажей).

Здания и сооружения в сейсмоопасной зоне строят, как правило, с сейсмостойкостью до 7–9 баллов.

Методологически целесообразно осуществлять выявление последствий землетрясений в два этапа [4], также как и при выявлении последствий техногенных чрезвычайных ситуаций (ЧС): выявление обстановки, складывающейся по результатам землетрясения,

и оценку обстановки в районе после землетрясения.

В связи с тем, что последствиями землетрясения в основном являются разрушения зданий и сооружений, то оправданно выявление обстановки, складывающейся по результатам землетрясения, отождествлять как выявление инженерной обстановки, определяемой при применении ядерных и обычных боеприпасов с учетом аналогичной градации степеней разрушения.

Выявление инженерной обстановки в результате землетрясения

Выявление инженерной обстановки в результате землетрясения предусматривает определение масштабов и степени разрушений зданий и сооружений в населенных пунктах.

Выявление инженерной обстановки в результате землетрясения методом прогнозирования включает:

1. Сбор исходных данных:
 - характеристики параметров землетрясения: силы землетрясения M (магнитуды) в баллах; глубины гипоцентра h , в км;
 - характеристики района (населенного пункта): расстояние от эпицентра землетрясения R , км; этажность зданий; конструктивное решение зданий и сооружений; тип грунта как под застройкой, так и на остальной окружающей местности.
2. Определение реальной интенсивности землетрясений $J_{\text{реал}}$ в районе застройки (в баллах), степени разрушений.
3. Нанесение зон разрушений на карту (схему).

Определение реальной интенсивности землетрясения

Реальная интенсивность $J_{\text{реал}}$ землетрясения и степень разрушения зданий и сооружений зависит от типа грунта как под застройкой, так и на остальной окружающей местности и определяется по формуле [3]:

$$J_{\text{реал}} = J(R) - (\Delta J_{\text{зд}} - \Delta J_{\text{о.м}}), \quad (1)$$

где $J(R)$ – интенсивность землетрясения в районе застройки; $\Delta J_{\text{зд}}$ – приращение балльности для грунта (по сравнению с гранитом), на котором построено здание; $\Delta J_{\text{о.м}}$ – приращение балльности для грунта в окружающей местности (табл. 2).

Таблица 2. Значения приращения балльности для различных типов грунта

Тип грунта	ΔJ	Тип грунта	ΔJ
Гранит	0	Песчаные	1,6
Известняк и песчаники	0,52	Глинистые (глины, суглинки, супеси)	1,61
Полускальные грунты (гипс, мергель)	0,92	Насыпные рыхлые	2,6
Крупнообломочные (щебень, гравий, галька)	1,36	–	–

Интенсивность землетрясения в районе застройки определяется по формуле [3]:

$$J(R) = 3 + 1,5M - 3,5 \lg \sqrt{R^2 + h^2}, \quad (2)$$

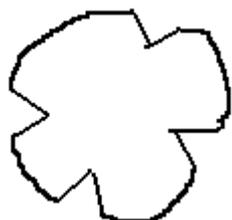
где M – магнитуда землетрясения; h – глубина гипоцентра землетрясения, км; R – расстояние от эпицентра землетрясения, км.

Степень разрушения зданий и сооружений определяется по таблице П.6.1 Приложения 6 [3], согласно $J_{\text{реал}}$ и характеристике района (конструктивному решению

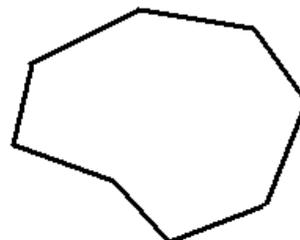
зданий и сооружений). Характеристика степеней разрушения зданий и сооружений представлена в табл. П.6.2 Приложения 6 [3].

Отображение их на карте (схеме) предлагается осуществлять черным цветом в виде, представленном на рис. 1.

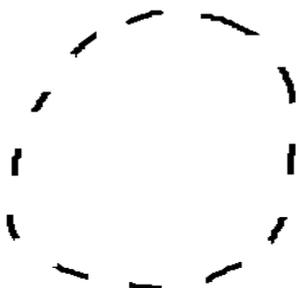
Полное разрушение



Сильное разрушение



Среднее разрушение



Слабое разрушение



Рис. 1. Отображение на карте (схеме) степени разрушений

Пример 1. Выявить инженерную обстановку землетрясения магнитудой $M=8$ с гипоцентром $h=60$ км в населенных пунктах региона, расположенных на удалении 30, 100, 150 и 200 км от эпицентра землетрясения, построенных на песчаном грунте. Тип застройки населенных пунктов (20 % населения проживает в них) – жилые малоэтажные здания, имеющие бескаркасные здания из местных материалов без фундамента, а также построены на полускальных грунтах.

Решение:

1. Вначале определяем значения интенсивности землетрясения в населенных пунктах по формуле (2):

– населенный пункт на удалении 30 км:

$$J(30) = 3 + 1,5 \cdot 8 - 3,5 \lg \sqrt{30^2 + 60^2} = 8,61;$$

– населенный пункт на удалении 100 км:

$$J(100) = 3 + 1,5 \cdot 8 - 3,5 \lg \sqrt{100^2 + 60^2} = 7,77;$$

– населенный пункт на удалении 150 км:

$$J(150) = 3 + 1,5 \cdot 8 - 3,5 \lg \sqrt{150^2 + 60^2} = 7,27;$$

– населенный пункт на удалении 200 км:

$$J(200) = 3 + 1,5 \cdot 8 - 3,5 \lg \sqrt{200^2 + 60^2} = 6,88.$$

2. Затем определяем значения реальной интенсивности землетрясения в населенных пунктах по формуле (1), используя ранее рассчитанные значения интенсивности землетрясения в населенных пунктах и подставляя значения $\Delta J_{зд} = 1,6$ и $\Delta J_{о.м} = 0,92$, найденные по табл. 3 с учетом условий примера:

– населенный пункт на удалении 30 км:

$$J_{реал}(30) = 8,61 - (1,6 - 0,92) = 7,93;$$

– населенный пункт на удалении 100 км:

$$J_{реал}(100) = 7,77 - (1,6 - 0,92) = 7,09;$$

– населенный пункт на удалении 150 км:

$$J_{реал}(150) = 7,27 - (1,6 - 0,92) = 6,59;$$

– населенный пункт на удалении 200 км:

$$J_{реал}(200) = 6,88 - (1,6 - 0,92) = 6,2.$$

3. По рассчитанным значениям реальной интенсивности землетрясения в населенных пунктах и конструктивным решениям зданий, входя в таблицу П.6.1 Приложение 6 [3], определяем степени разрушения зданий в населенных пунктах:

- населенный пункт на удалении 30 км – сильные разрушения;
- населенный пункт на удалении 100 км – средние разрушения;
- населенный пункт на удалении 150 км – слабые разрушения;
- населенный пункт на удалении 200 км – слабые разрушения.

На карте (схеме) отображаются степени разрушений в населенных пунктах черным цветом в виде произвольной фигуры, построенной по их очертаниям (границам застройки).

Оценка обстановки в результате землетрясения

В общем случае оценка обстановки [1] в результате землетрясения предусматривает определение потерь населения при землетрясении, структуры и объемно-массовой характеристики завалов, протяженности заваленных проездов и расчет потребных сил и средств для ликвидации ЧС.

Для органов управления ГПС МЧС России оценка обстановки в результате землетрясений предусматривает решение задач по определению потерь личного состава и населения при землетрясении, количества пожарных-спасателей по возможному привлечению их для оказания первой помощи в составе отрядов первой помощи и расчет привлекаемых сил и средств по локализации и тушению пожаров при проведении АСДНР.

Оценка обстановки в результате землетрясений включает:

1. Определение осредненной степени разрушений однотипных зданий i_{cp} .
2. Определение общих и безвозвратных потерь в населении и личном составе.
3. Расчет сил и средств для оказания первой помощи, локализации и тушения пожаров подразделениями ГПС МЧС России.

Значение осредненной степени разрушения [3] используется для приближенной оценки вероятности потерь населения и сотрудников ГПС МЧС России, находящихся в однотипных зданиях в зависимости от их сейсмостойкости J_c и реальной интенсивности $J_{реал}$ землетрясения. Она определяется по табл. 3. Сейсмостойкость зданий и сооружений подразделяется на четыре группы и определяется по табл. 4, исходя из характеристики здания.

Таблица 3. Зависимость осредненной степени разрушения однотипных зданий i_{cp} от приведенной интенсивности

Приведенная интенсивность $J_{реал}-J_c$	0	1	2	3	4	5	6
i_{cp}	0,1	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	4,9

Таблица 4. Классификация зданий и сооружений по сейсмостойкости

Группа	Характеристика здания		J_c , баллы
А	А ₁	Здания со стенами из местных строительных материалов: глинобитные без каркаса; саманные или из сырцового кирпича без фундамента; выполненные из скатанного или рваного камня на глиняном растворе и без регулярной (из кирпича или камня правильной формы) кладки в углах и т.п.	4
	А ₂	Здания со стенами из самана или сырцового кирпича; с каменными или бетонными фундаментами; выполненные из рваного камня на известковом, цементном или сложном растворе с регулярной кладкой в углах; выполненные из пластового камня на известковом, цементном или сложном растворе; выполненные из кладки типа «мидис»; здания с деревянным каркасом с заполнением из самана или глины, с тяжелыми земляными или глиняными крышами; сплошные массивные ограды из самана или сырцового кирпича и т.п.	4,5
Б	Б ₁	Здания с деревянным каркасом с заполнением из самана или глины и легкими перекрытиями	5
	Б ₂	Типовые здания из жженого кирпича, тесанного камня или бетонных блоков на известковом, цементном или сложном растворе: сплошные ограды и стенки, трансформаторные киоски, силосные и водонапорные башни	5,5
В	В ₁	Деревянные дома, рубленые «в лапу» или «в обло»	6
	В ₂	Типовые железобетонные, каркасные, крупнопанельные и армированные крупноблочные дома, железобетонные сооружения: силосные и водонапорные башни, маяки, подпорные стенки, бассейны и т.п.	6,5
Г	Г ₁	Типовые здания и сооружения всех видов (кирпичные, блочные, панельные, бетонные, деревянные, щитовые и др.) с антисейсмическими мероприятиями для расчетной сейсмичности 7 баллов	7
	Г ₂	То же для расчетной сейсмичности 8 баллов	8
	Г ₃	То же для расчетной сейсмичности 9 баллов	9

Оценка вероятности потерь населения и сотрудников ГПС МЧС России

В общем случае приближенная оценка вероятности потерь населения и сотрудников ГПС МЧС России определяется по табл. 5, исходя из осредненной степени разрушений однотипных зданий i_{cp} по формуле [1]:

$$\Pi(N) = R \sum_{i=1}^n N_i \cdot P_i, \text{ чел.}, \quad (3)$$

где R – вероятность размещения людей в зоне риска в зданиях (в среднем $R=0,83$); более точно значения R для формулы (3) принимаются равными [1]:

с 23 до 7 ч	$R=1$
с 7 до 9 ч	$R=0,6$
с 9 до 18 ч	$R=0,7$
с 18 до 20 ч	$R=0,65$
с 20 до 23 ч	$R=0,9$

N_i – численность людей в зданиях i группы, чел.; P_i – вероятность поражения людей в зданиях i группы, определяется по табл. 5; n – число типов рассматриваемых зданий (максимальное число типов $n=4$ – А, Б, В, Г).

Таблица 5. Вероятность общих и безвозвратных потерь в зависимости от степени разрушения зданий

Вероятность потерь	Степень разрушения здания i_{cp}			
	слабая ($i_{cp}=0,1,2$)	средняя ($i_{cp}=3$)	сильная ($i_{cp}=4$)	полная ($i_{cp}=5$)
$P_i^{общ}$	0	0,05	0,5	0,95
$P_i^{без}$	0	0,01	0,17	0,65

Более точно потери населения и сотрудников ГПС МЧС России в результате землетрясения определяются в зависимости от вероятности получения зданиями различной степени повреждения (табл. 6) по формулам [3]:

– вероятность общих потерь:

$$P^{общ} = 0,05P_{i=2}^{зд} + 0,5P_{i=3}^{зд} + 0,95P_{i=4}^{зд}; \quad (4)$$

– вероятность безвозвратных потерь:

$$P^{безв} = 0,01P_{i=2}^{зд} + 0,17P_{i=3}^{зд} + 0,65P_{i=4}^{зд}; \quad (5)$$

– вероятность санитарных потерь:

$$P^{сан} = P^{общ} - P^{безв}, \quad (6)$$

где $P_{i=2...4}^{зд}$ – вероятность получения зданиями степеней повреждения от 2 до 4 (табл. 6).

Таблица 6. Вероятность получения зданиями различной степени повреждения при землетрясении

J-J _c	Степень повреждения					
	0	1	2	3	4	5

0	0,9	0,1	–	–	–	–
1	0,4	0,5	0,1	–	–	–
2	0,1	0,3	0,5	0,1	–	–
3	0	0,1	0,3	0,5	0,1	–
4	0	0	0,1	0,3	0,5	0,1
5	0	0	0	0,1	0,3	0,6
6	0	0	0	0	0,1	0,3

Расчет сил для оказания первой помощи, локализации и тушения пожаров

В состав отрядов первой помощи (ОПП) при нехватке их комплектования личным составом решением старшего начальника могут быть привлечены для доукомплектования спасатели из пожарно-спасательных частей (ПСЧ) гарнизона. Максимально возможное количество спасателей из пожарно-спасательных частей гарнизона, привлекаемых для доукомплектования ОПП $N_{\text{спас ПСЧ}}^{\text{ОПП}}$ в целях оказания первой помощи, определяется по формуле:

$$N_{\text{спас ПСЧ}}^{\text{ОПП}} = N_{\text{спас ПСЧ}}^{\Gamma} - N_{\text{пож}}, \quad (7)$$

где $N_{\text{спас ПСЧ}}^{\Gamma}$ – общая численность пожарных спасателей гарнизона населенного пункта; $N_{\text{пож}}$ – численность пожарных, привлекаемых для локализации и тушения пожаров.

Потребное количество пожарных отделений для локализации и тушения пожаров [1]:

$$\begin{aligned} n_{\text{пож}} &= n_{\text{смг}} / 5, \text{ ед.}, \\ N_{\text{пож}} &= 6 n_{\text{пож}}, \text{ чел.}, \end{aligned} \quad (8)$$

где $n_{\text{пож}}$ – количество пожарных отделений; $n_{\text{смг}}$ – количество формируемых спасательных механизированных групп.

Для определения количества формируемых спасательных механизированных групп необходимо общую численность личного состава разделить на численность одной группы (согласно учебнику [1], ее численность составляет 23 человека):

$$n_{\text{смг}} = \frac{N_{\text{смг}}}{23}, \text{ групп.} \quad (9)$$

Общая численность личного состава $N_{\text{смг}}$ определяется по формуле:

$$N_{\text{смг}} = 0,15 \cdot \frac{W \cdot \Pi_3}{T} \cdot K_3 \cdot K_c \cdot K_n, \text{ чел.}, \quad (10)$$

где $N_{\text{смг}}$ – численность личного состава, необходимого для комплектования спасательных механизированных групп; W – объем завала разрушенных зданий и сооружений, м^3 ; Π_3 – трудоемкость по разборке завала, чел.ч/м^3 , принимается равная $1,8 \text{ чел.ч/м}^3$; T – общее время выполнения спасательных работ в часах; K_3 – коэффициент, учитывающий структуры завала, принимаемый по табл. 7; K_c – коэффициент, учитывающий снижение производительности в темное время суток, принимается равным $1,5$; K_n – коэффициент, учитывающий погодные условия, принимаемый по табл. 8.

Таблица 7. Коэффициент, учитывающий структуры завала

Значения коэффициента K_3 для завалов				
жилых зданий со стенами			промышленных зданий со стенами	
из местных материалов	из кирпича	из панелей	из кирпича	из панелей
0,1	0,2	0,75	0,65	0,9

Таблица 8. Коэффициент, учитывающий погодные условия

Температура воздуха, град.	>25	25÷0	0÷-10	-10÷-20	<-20
K_n	1,5	1,0	1,3	1,4	1,6

Пример 2.

Оценить обстановку в каждом из населенных пунктов с населением $N=50\,000$ чел. и пожарным гарнизоном в составе 200 чел. пожарных-спасателей (условия примера 1) в результате землетрясения, если температура воздуха $+200\text{ }^\circ\text{C}$, объем завала разрушенных зданий и сооружений в населенном пункте на удалении 30 км составил 1520000 м^3 , на удалении 100 км – 520000 м^3 , на удалении 150 км – $200\,000\text{ м}^3$, на удалении 200 км – $100\,000\text{ м}^3$, предусматривается проведение АСР в течение трех суток ($T=72\text{ ч}$).

Решение:

1. Определяем осредненную степень разрушений однотипных зданий i_{cp} по табл. 2 с учетом, что по табл. 1 Приложение 3 для рассматриваемого типа характеристики зданий $J_c=4$:

– для населенного пункта на удалении 30 км:

$$J_{\text{реал}}-J_c=7,93-4=3,93, i_{cp}=3,5;$$

– для населенного пункта на удалении 100 км:

$$J_{\text{реал}}-J_c=7,09-4=3,09, i_{cp}=2,5;$$

– для населенного пункта на удалении 150 км:

$$J_{\text{реал}}-J_c=6,59-4=2,59, i_{cp}=2,09;$$

– для населенного пункта на удалении 200 км:

$$J_{\text{реал}}-J_c=6,2-4=2,2, i_{cp}=1,7.$$

2. Определяем приближенно общие и безвозвратные потери в населении в населенных пунктах, согласно формуле (3) и данным табл. 5:

– для населенного пункта на удалении 30 км ($i_{cp}=3,5 \approx 4$):

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{общ}}(N) &= 0,83 \cdot 0,5 \cdot 50000 \cdot 0,2 = 4150 \text{ чел.}, \\ \Pi_{\text{безв}}(N) &= 0,83 \cdot 0,17 \cdot 50000 \cdot 0,2 = 1411 \text{ чел.}, \\ \Pi_{\text{сан}}(N) &= 4150 - 1411 = 2739 \text{ чел.}; \end{aligned}$$

– для населенного пункта на удалении 100 км ($i_{cp}=2,5 \approx 3$):

$$\Pi_{\text{общ}}(N) = 0,83 \cdot 0,05 \cdot 50000 \cdot 0,2 = 415 \text{ чел.},$$

$$P_{\text{безв}}(N) = 0,83 \cdot 0,01 \cdot 50000 \cdot 0,2 = 83 \text{ чел.},$$

$$P_{\text{сан}}(N) = 415 - 83 = 332 \text{ чел.};$$

– для населенного пункта на удалении 150 км:

$$P_{\text{общ}}(N) - \text{потери отсутствуют,}$$

$$P_{\text{безв}}(N) - \text{потери отсутствуют;}$$

– для населенного пункта на удалении 200 км:

$$P_{\text{общ}}(N) - \text{потери отсутствуют,}$$

$$P_{\text{безв}}(N) - \text{потери отсутствуют.}$$

Для более точного определения структуры потерь воспользуемся формулами (4–6) и данными табл. 6:

– для населенного пункта на удалении 30 км:

$$P_{\text{общ}}(N) = 0,83 \cdot (0,05 \cdot 0,2 + 0,5 \cdot 0,4 + 0,95 \cdot 0,3) \cdot 50000 \cdot 0,2 = 4108 \text{ чел.},$$

$$P_{\text{безв}}(N) = 0,83 \cdot (0,01 \cdot 0,2 + 0,17 \cdot 0,4 + 0,65 \cdot 0,3) \cdot 50000 \cdot 0,2 = 2200 \text{ чел.},$$

$$P_{\text{сан}}(N) = 4108 - 2200 = 1908 \text{ чел.};$$

– для населенного пункта на удалении 100 км:

$$P_{\text{общ}}(N) = 0,83 \cdot (0,05 \cdot 0,4 + 0,5 \cdot 0,3 + 0,95 \cdot 0,05) \cdot 50000 \cdot 0,2 = 1805 \text{ чел.},$$

$$P_{\text{безв}}(N) = 0,83 \cdot (0,01 \cdot 0,4 + 0,17 \cdot 0,3 + 0,65 \cdot 0,05) \cdot 50000 \cdot 0,2 = 726 \text{ чел.},$$

$$P_{\text{сан}}(N) = 1805 - 726 = 1079 \text{ чел.};$$

– для населенного пункта на удалении 150 км:

$$P_{\text{общ}}(N) = 0,83 \cdot (0,05 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 0,1 + 0,95 \cdot 0) \cdot 50000 \cdot 0,2 = 623 \text{ чел.},$$

$$P_{\text{безв}}(N) = 0,83 \cdot (0,01 \cdot 0,5 + 0,17 \cdot 0,1 + 0,65 \cdot 0) \cdot 50000 \cdot 0,2 = 183 \text{ чел.},$$

$$P_{\text{сан}}(N) = 623 - 183 = 440 \text{ чел.};$$

– для населенного пункта на удалении, и 200 км:

$$P_{\text{общ}}(N) = 0,83 \cdot (0,05 \cdot 0,28 + 0,5 \cdot 0,07 + 0,95 \cdot 0) \cdot 50000 \cdot 0,2 = 407 \text{ чел.},$$

$$P_{\text{безв}}(N) = 0,83 \cdot (0,01 \cdot 0,28 + 0,17 \cdot 0,07 + 0,65 \cdot 0) \cdot 50000 \cdot 0,2 = 122 \text{ чел.},$$

$$P_{\text{сан}}(N) = 407 - 122 = 289 \text{ чел.}$$

3. Расчет сил и средств для оказания первой помощи, локализации и тушения пожаров подразделениями ГПС МЧС России.

Для определения потребного количества пожарных отделений для локализации и тушения пожаров вначале определяем общую численность личного состава $N_{\text{смг}}$ по формуле (10):

– для населенного пункта на удалении 30 км:

$$N_{\text{смг}} = 0,15 \cdot \frac{1520000 \cdot 1,8}{72} \cdot 0,1 \cdot 1,5 \text{ л.} = 855 \text{ чел.}$$

Определяем количество формируемых спасательных механизированных групп по формуле (9):

$$n_{\text{смг}}=855/23=38 \text{ групп,}$$

тогда потребное количество пожарных отделений для локализации и тушения пожаров определяется по формуле (8):

$$n_{\text{пож}}=n_{\text{смг}}/5=38/5=8 \text{ ед.,}$$

соответственно потребное количество пожарных будет равно:

$$N_{\text{пож}}=6 n_{\text{пож}}=6*8=48 \text{ чел.,}$$

– для населенного пункта на удалении 100 км:

$$N_{\text{смг}}=0,15 \cdot \frac{520000 \cdot 1,8}{72} \cdot 0,1 \cdot 1,5 \text{ л.} = 293 \text{ чел.,}$$
$$n_{\text{смг}}=293/23=13 \text{ групп,}$$
$$n_{\text{пож}}=n_{\text{смг}}/5=13/5=3 \text{ ед.,}$$
$$N_{\text{пож}}=6 n_{\text{пож}}=6*3=18 \text{ чел.;}$$

– для населенного пункта на удалении 150 км:

$$N_{\text{смг}}=0,15 \cdot \frac{200000 \cdot 1,8}{72} \cdot 0,1 \cdot 1,5 \text{ л.} = 113 \text{ чел.,}$$
$$n_{\text{смг}}=113/23=5 \text{ групп,}$$
$$n_{\text{пож}}=n_{\text{смг}}/5=5/5=1 \text{ ед.,}$$
$$N_{\text{пож}}=6 n_{\text{пож}}=6*1=6 \text{ чел.;}$$

– для населенного пункта на удалении 200 км:

$$N_{\text{смг}}=0,15 \cdot \frac{100000 \cdot 1,8}{72} \cdot 0,1 \cdot 1,5 \text{ л.} = 57 \text{ чел.,}$$
$$n_{\text{смг}}=57/23=3 \text{ группы,}$$
$$n_{\text{пож}}=n_{\text{смг}}/5=3/5=1 \text{ ед.,}$$
$$N_{\text{пож}}=6 n_{\text{пож}}=6*1=6 \text{ чел.}$$

Определяем максимально возможное количество спасателей из пожарно-спасательных частей гарнизона, привлекаемых для доукомплектования ОПП $N_{\text{спас ПСЧ}}^{\text{ОПП}}$ по формуле (7):

– для населенного пункта на удалении 30 км:

$$N_{\text{спас ПСЧ}}^{\text{ОПП}}=200-48=152 \text{ чел.,}$$

– для населенного пункта на удалении 100 км:

$$N_{\text{спас ПСЧ}}^{\text{ОПП}}=200-18=182 \text{ чел.,}$$

– для населенного пункта на удалении 150 км:

$$N^{\text{ОПП}}_{\text{спас ПСЧ}}=200-6=194 \text{ чел.},$$

– для населенного пункта на удалении 200 км:

$$N^{\text{ОПП}}_{\text{спас ПСЧ}}=200-6=194 \text{ чел.}$$

Таким образом, использование предлагаемой усовершенствованной методики выявления последствий землетрясений методологически увязывается с методиками выявления последствий техногенных ЧС и упрощает процедуру расчета.

Литература

1. Обеспечение мероприятий и действий сил ликвидации чрезвычайных ситуаций: учеб. / Г.П. Саков [и др.]. Ч. 2: Инженерное обеспечение мероприятий и действий сил ликвидации чрезвычайных ситуаций. Кн. 2: Оперативное прогнозирование инженерной обстановки в чрезвычайных ситуациях / под общ. ред. С.К. Шойгу. М.: ЗАО «ПАПИРУС», 1998.
2. Крюков Е.В., Бутенко В.М. Опасные природные явления: учеб.-метод. пособие. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2013.
3. Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях в природно-техногенной сфере. Прогнозирование последствий: учеб. пособие. М.: Академия, 2011.
4. Савчук О.Н. Безопасность жизнедеятельности. Выявление последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени: учеб. пособие. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2010.