

# **КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**

**Тема: Прогнозирование  
последствий влияния техногенных  
опасностей и действия природных  
угроз на людей и объекты**

**1.1 Прогнозирование последствий взрывов газовоздушных смесей на объектах повышенной опасности (барическое воздействие)**



## **Исходные данные к заданию 1.1**

|  |                                |                                   |
|--|--------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Взрывоопасное вещество</i>  |                                | <i>метан</i>                      |
| <i>Масса взрывоопасного вещества <math>m</math>, т</i>   |                                | <i>25</i>                         |
| <i>Расстояние заданных объектов от центра взрыва <math>L</math>, м</i>                                       |                                | <i>170</i>                        |
| <i>Объекты</i>   | <i>жилое здание</i>            | <i>кирпичное<br/>многоэтажное</i> |
|  | <i>производственное здание</i> | <i>котельная</i>                  |
|  | <i>резервуар</i>               | <i>газгольдер</i>                 |
|  | <i>транспорт</i>               | <i>цистерна</i>                   |
| <i>Плотность населения на открытой местности в очаге взрыва <math>\Pi_{н}</math>, тыс.чел/км<sup>2</sup></i> |                                | <i>0,62</i>                       |
| <i>Количество людей в жилом здании <math>N_{ж.зд}</math>, чел</i>  |                                | <i>300</i>                        |
| <i>Количество людей в производственном здании <math>N_{пр.зд}</math>, чел</i>                                |                                | <i>120</i>                        |

## Параметры барического воздействия

| Взрывоопасное<br>вещество | Молярная<br>масса<br>$M_k$ ,<br>кг/кмоль | Стехиометрическая<br>концентрация газа<br>в смеси С, % | Энергия<br>взрыва<br>газа<br>$Q_{газ}$ , кДж/кг |
|---------------------------|--|--|---|
| Аммиак                    | 17                                       | 19,72  | 16660   |
| Ацетилен                  | 26                                       | 7,75   | 48300   |
| Бутан                     | 58                                       | 3,13   | 45800   |
| Водород                   | 2  | 29,59  | 120000  |
| Метан                     | 16                                       | 9,45   | 50000   |
| Пропан                    | 44                                       | 4,03   | 46000   |
| Этилен                    | 28                                       | 6,54   | 47200   |

**Таблица \_\_**

| <p><b>Радиус зоны<br/>детонационной<br/>волны</b></p> <p><b><math>r_I</math>,</b><br/><b>М</b></p> | <p><b>Радиус зоны<br/>действия<br/>продуктов<br/>взрыва</b></p> <p><b><math>r_{II}</math>,</b><br/><b>М</b></p> | <p><b>Относительная<br/>величина</b></p> <p><b><math>\psi</math></b></p> | <p><b>Избыточное<br/>давление в зоне<br/>рассматриваемого объекта</b></p> <p><b><math>\Delta P_{\phi}</math>,</b><br/><b>кПа</b></p> |
|--|---|--|--|
|  |   |  |  |

$$r_I = 10 \cdot 3 \sqrt{\frac{m \cdot k}{M_k \cdot C}}$$

**$m$  – масса взрывоопасного вещества (исх. данные), кг.**

**Таблица \_**

| <p><b>Радиус зоны<br/>детонационной<br/>волны</b></p> <p><b><math>r_I</math>,</b><br/><b>М</b></p> | <p><b>Радиус зоны<br/>действия<br/>продуктов<br/>взрыва</b></p> <p><b><math>r_{II}</math>,</b><br/><b>М</b></p> | <p><b>Относитель-<br/>ная<br/>величина</b></p> <p><b><math>\psi</math></b></p> | <p><b>Избыточное<br/>давление в зоне<br/>рассматри-<br/>ваемого объекта</b></p> <p><b><math>\Delta P_{\phi}</math>,</b><br/><b>кПа</b></p> |
|--|---|--|--|
|  |   |  |  |


$$r_{II} = 1,7 \cdot r_I$$

**Таблица\_\_**

| <p><b>Радиус зоны<br/>детонационной<br/>волны</b></p> <p><b><math>r_I</math>,</b><br/><b>М</b></p> | <p><b>Радиус зоны<br/>действия<br/>продуктов<br/>взрыва</b></p> <p><b><math>r_{II}</math>,</b><br/><b>М</b></p> | <p><b>Относительная<br/>величина</b></p> <p><b><math>\Psi</math></b></p> | <p><b>Избыточное<br/>давление в зоне<br/>рассматриваемого<br/>объекта</b></p> <p><b><math>\Delta P_{\phi}</math>,</b><br/><b>кПа</b></p> |
|--|---|--|--|
|  |   |  |  |

$$\Psi = 0,24 \frac{L}{r_I}$$

**$L$  – расстояние заданного объекта от центра взрыва (исх.данные), м.**

**Таблица\_\_**

| <p>Радиус зоны<br/>детонационной<br/>волны</p> <p><math>r_I,</math><br/>М</p> | <p>Радиус зоны<br/>действия<br/>продуктов<br/>взрыва</p> <p><math>r_{II},</math><br/>М</p> | <p>Относительная<br/>величина<br/><math>\psi</math></p> | <p>Избыточное<br/>давление в зоне<br/>рассматриваемого объекта<br/><math>\Delta P_{\phi},</math><br/>кПа</p> |
|---|--|---|--|
|   |  |   |  |

при  $\psi \leq 2$

$$\Delta P_{\phi} = \frac{700}{3(\sqrt{1 + 29,8\psi^3} - 1)}$$

при  $\psi > 2$

$$\Delta P_{\phi} = \frac{22}{\psi \sqrt{\lg \psi + 0,158}}$$



**Таблица\_\_**

| <p><b>Радиус зоны<br/>детонационной<br/>волны</b></p> <p><b><math>r_I</math>,</b><br/><b>М</b></p> | <p><b>Радиус зоны<br/>действия<br/>продуктов<br/>взрыва</b></p> <p><b><math>r_{II}</math>,</b><br/><b>М</b></p> | <p><b>Относительная<br/>величина</b></p> <p><b><math>\Psi</math></b></p> | <p><b>Избыточное<br/>давление в зоне<br/>рассматриваемого<br/>объекта</b></p> <p><b><math>\Delta P_{\text{ф}}</math>,</b><br/><b>кПа</b></p> |
|--|---|--|--|
|  |   |  |  |

|   |  |
|---|--|
| <p><b><math>R_{\text{без}}</math>,</b><br/><b>М</b></p>     | <p><b><math>R_{\text{лет}}</math>,</b><br/><b>М</b></p>    |
| <p><b><math>R_{\text{без}} = 12,08 \cdot r_I</math></b></p> | <p><b><math>R_{\text{лет}} = 2,91 \cdot r_I</math></b></p> |

**Приложение \_\_\_**

| <b>Степень и характер поражения человека</b>   | <b><math>(\Delta P_\phi)</math>, кПа</b> |
|--|--|
| <b>Для человека безопасно</b>  | <b>&lt; 10</b>                           |
| <b>Легкое поражение (ушибы, вывихи, временная потеря слуха, общая контузия)</b>  | <b>10-40</b>                             |
| <b>Среднее поражение (контузия головного мозга, повреждение органов слуха, разрыв барабанных перепонки, кровотечение из носа и ушей)</b> | <b>40...60</b>                           |
| <b>Сильное поражение (сильная контузия всего организма, потеря сознания, переломы конечностей, повреждения внутренних органов)</b>       | <b>60...100</b>                          |
| <b>Порог смертельного поражения (крайне тяжелые травмы)</b>  | <b>100</b>                               |
| <b>Летальный исход (50 % случаев)</b>  | <b>250...300</b>                         |
| <b>Безусловное смертельное поражение</b>   | <b>&gt; 300</b>                          |

# Таблица\_\_

Прогноз барического воздействия при

$\Delta P_{\text{ф}}$  \_\_\_\_\_ кПа

| № | Объект воздействия            | Степень разрушения<br>(характер поражения человека) |               |
|---|-------------------------------|---|---------------|
| 1 | Человек на открытой местности | Приложение __                                       |               |
| 2 | Жилое здание                  | Исх. данные   | Приложение __ |
| 3 | Промышленное здание           | Исх. данные   | Приложение __ |
| 4 | Резервуар                     | Исх. данные   | Приложение __ |
| 5 | Транспорт                     | Исх. данные   | Приложение __ |

# Таблица\_\_

Прогноз барического воздействия при

$\Delta P_{\text{ф}}$  \_\_\_\_\_ кПа

## Приложение \_\_

| Объект                    | Разрушение |         |         |        |
|---------------------------|------------|---------|---------|--------|
|                           | Слабое     | Среднее | Сильное | Полное |
| Жилое здание              |            |         |         |        |
| Кирпичное<br>многоэтажное | 8-10       | 10-20   | 20-30   | 30-40  |
| Кирпичное<br>малоэтажное  | 8-15       | 15-25   | 25-35   | 35-45  |
| Деревянное                | 6-8        | 8-12    | 12-20   | 20-30  |

**Таблица —****Прогнозируемые барические потери людей при  
нахождении на открытой местности**

| <b><math>Q_{\text{газ}}</math>, кДж/кг</b> | <b><math>m_{\text{тнт}}</math>, т</b> | <b><math>N_{\text{безв.откр}}</math>, (чел)</b> |
|--|---------------------------------------|---|
| <b>Приложение —</b>                        |                                       |   |

**Прогнозируемые барические потери людей при  
нахождении на открытой местности**

| $Q_{\text{газ}}, \text{кДж/кг}$ | $m_{\text{тнт}}, \text{т}$ | $N_{\text{безв.откр}}, (\text{чел})$ |
|---------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| <b>Приложение __</b>            |                            |                                      |

$$m_{\text{ТНТ}} = \eta \left( Q_{\text{газ}} / Q_{\text{ТНТ}} \right) \cdot m$$

$\eta$  – коэффициент, зависящий от способа хранения вещества, (для газа  $\eta = 1$ );

$Q_{\text{газ}}$  – энергия взрыва газа, кДж/кг;

$Q_{\text{тнт}}$  – энергия взрыва тротила (4520 кДж/кг);

$m$  – масса взрывоопасного вещества (исх. данные), т.

**Прогнозируемые барические потери людей при  
нахождении на открытой местности**

| $Q_{\text{газ}}, \text{кДж/кг}$ | $m_{\text{тнт}}, \text{т}$ | $N_{\text{безв.откр}}, (\text{чел})$ |
|---------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
|                                 |                            |                                      |

$$N_{\text{безв.откр}} = P_{\text{н}} \cdot m_{\text{ТНТ}}^{2/3}$$

$N_{\text{безв.откр}}$  – прогнозируемые безвозвратные  
потери на открытой местности, чел;

$P_{\text{н}}$  – плотность населения в очаге взрыва,  
(исх. данные) тыс. чел./км<sup>2</sup>;

$m_{\text{тнт}}$  – масса вещества в тротиловом  
эквиваленте, т.

**Таблица** \_\_

**Прогнозируемые барические потери людей при  
нахождении на открытой местности**

| $Q_{\text{газ}}$ , кДж/кг | $m_{\text{тнт}}$ , т | $N_{\text{безв.откр}}$ , (чел) |
|---------------------------|----------------------|--------------------------------|
|                           |                      |                                |

| $N_{\text{сан.откр}}$ , (чел) | $N_{\text{общ.откр}}$ , (чел) |
|-------------------------------|-------------------------------|
|                               |                               |

$$N_{\text{сан.откр}} = 4 \cdot N_{\text{безв.откр}}$$

$N_{\text{сан.откр}}$  – прогнозируемые санитарные  
потери на открытой местности, чел.



**Таблица** \_\_

**Прогнозируемые барические потери людей при  
нахождении на открытой местности**

| $Q_{\text{газ}}$ , кДж/кг | $m_{\text{тнт}}$ , т | $N_{\text{безв.откр}}$ , (чел) |
|---------------------------|----------------------|--------------------------------|
|                           |                      |                                |

| $N_{\text{сан.откр}}$ , (чел) | $N_{\text{общ.откр}}$ , (чел) |
|-------------------------------|-------------------------------|
|                               |                               |

$$N_{\text{общ.откр}} = N_{\text{безв.откр}} + N_{\text{сан.откр}}$$

$N_{\text{общ.откр}}$  – общие прогнозируемые потери на  
открытой местности, чел.

**Таблица \_\_****Прогнозируемые барические потери людей при  
нахождении в зданиях**

|  |  |                              |
|--|--|------------------------------|
| $k_{\text{безв.ж}}$                        | $k_{\text{безв.пр}}$                       | $N_{\text{безв.зд}}$ , (чел) |
| <b>Приложение __ с<br/>учетом табл. __</b> | <b>Приложение __ с<br/>учетом табл. __</b> |                              |

| <b>Приложение __</b>         |  |  |
|------------------------------|--|--|
| <b>Разрушение<br/>здания</b> | $k_{\text{безв}}$<br><b>для безвозвратных<br/>потерь</b> | $k_{\text{сан}}$<br><b>для санитарных<br/>потерь</b> |
| <b>Слабое</b>                | <b>0,03</b>  | <b>0,05</b>  |
| <b>Среднее</b>               | <b>0,09</b>  | <b>0,03</b>  |
| <b>Сильное</b>               | <b>0,25</b>  | <b>0,55</b>  |
| <b>Полное</b>                | <b>0,3</b>   | <b>0,7</b>   |

## Прогнозируемые барические потери людей при нахождении в зданиях

| $k_{\text{безв.ж}}$ | $k_{\text{безв.пр}}$ | $N_{\text{безв.зд}}$ , (чел) |
|---------------------|----------------------|------------------------------|
| Приложение __       | Приложение __        |                              |

$$N_{\text{безв.зд}} = N_{\text{ж.зд}} \cdot k_{\text{безв.ж}} + N_{\text{пр.зд}} \cdot k_{\text{безв.пр}}$$

$N_{\text{безв.зд}}$  – прогнозируемые безвозвратные потери людей в зданиях, чел;

$N_{\text{ж.зд}}$  ( $N_{\text{пр.зд}}$ ) – количество людей в жилом (производственном) здании (исх. данные), чел;

$k_{\text{безв.ж}}$  ( $k_{\text{безв.пр}}$ ) – коэффициент, позволяющий определить безвозвратные потери людей в разрушенном жилом (производственном) здании.

**Таблица \_\_****Прогнозируемые барические потери людей при  
нахождении в зданиях**

|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
| $k_{\text{сан.ж}}$                         | $k_{\text{сан.пр}}$                        | $N_{\text{сан.зд}}$ , (чел) |
| <b>Приложение __ с<br/>учетом табл. __</b> | <b>Приложение __ с<br/>учетом табл. __</b> |                             |

| <b>Приложение __</b>         |  |  |
|------------------------------|--|--|
| <b>Разрушение<br/>здания</b> | $k_{\text{безв}}$<br><b>для безвозвратных<br/>потерь</b> | $k_{\text{сан}}$<br><b>для санитарных<br/>потерь</b> |
| <b>Слабое</b>                | <b>0,03</b>  | <b>0,05</b>  |
| <b>Среднее</b>               | <b>0,09</b>  | <b>0,03</b>  |
| <b>Сильное</b>               | <b>0,25</b>  | <b>0,55</b>  |
| <b>Полное</b>                | <b>0,3</b>   | <b>0,7</b>   |

## Прогнозируемые барические потери людей при нахождении в зданиях

| $k_{\text{сан.ж}}$ | $k_{\text{сан.пр}}$ | $N_{\text{сан.зд}}$ , (чел) |
|--------------------|---------------------|-----------------------------|
| Приложение __      | Приложение __       |                             |

$$N_{\text{сан.зд}} = N_{\text{ж.зд}} \cdot k_{\text{сан.ж}} + N_{\text{пр.зд}} \cdot k_{\text{сан.пр}}$$

$N_{\text{сан.зд}}$  – прогнозируемые санитарные потери людей в разрушенных зданиях, чел;

$N_{\text{ж.зд}}$  ( $N_{\text{пр.зд}}$ ) – количество людей в жилом (производственном) здании (исх. данные), чел;

$k_{\text{сан.ж}}$  ( $k_{\text{сан.пр}}$ ) – коэффициент, позволяющий определить санитарные потери людей в разрушенном жилом (производственном) здании.

## Таблица 4

### Прогнозируемые барические потери людей при нахождении в зданиях

$N_{\text{общ.зд}}$ , (чел)

$$N_{\text{общ.зд}} = N_{\text{безв.зд}} + N_{\text{сан.зд}}$$

## Прогнозируемые суммарные барические потери людей

| $N_{\Sigma\text{безв}}, (\text{чел})$ | $N_{\Sigma\text{сан}}, (\text{чел})$ | $N_{\Sigma\text{общ}}, (\text{чел})$ |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|                                       |                                      |                                      |

$$N_{\Sigma\text{безв}} = N_{\text{безв.откр}} + N_{\text{безв.зд}}$$

**Прогнозируемые суммарные барические  
потери людей**

| $N_{\Sigma\text{безв}}, (\text{чел})$ | $N_{\Sigma\text{сан}}, (\text{чел})$ | $N_{\Sigma\text{общ}}, (\text{чел})$ |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|                                       |                                      |                                      |

$$N_{\Sigma\text{сан}} = N_{\text{сан.откр}} + N_{\text{сан.зд}}$$



**Прогнозируемые суммарные барические  
потери людей**

| $N_{\Sigma\text{безв}}, (\text{чел})$ | $N_{\Sigma\text{сан}}, (\text{чел})$ | $N_{\Sigma\text{общ}}, (\text{чел})$ |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|                                       |                                      |                                      |

$$N_{\Sigma\text{общ}} = N_{\text{общ.откр}} + N_{\text{общ.зд}}$$

***Задание 1.2 Прогнозирование последствий взрывов газозвоздушных смесей на объектах повышенной опасности (термическое воздействие на людей и материалы)***



## Исходные данные к заданию 1.2

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| <i>Название вещества</i>  | <i>этилен</i>                       |
| <i>Масса взрывоопасного вещества <math>m</math>, т</i>  | <i>12</i>                           |
| <i>Материалы, которые находятся на расстоянии <math>R_{ош}</math></i>   | <i>дерматин</i>                     |
|   | <i>доски сухие<br/>неокрашенные</i> |
|   | <i>автомобильная резина</i>         |
|   | <i>бумага белая</i>                 |
| <i>Высота центра «огненного шара» над поверхностью земли <math>h</math>, м</i>  | <i>2,5</i>                          |
| <i>Удаление людей от точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара» <math>L</math>, м</i>                                  | <i>220</i>                          |
| <i>Количество людей, находящихся на расстоянии от точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара» <math>N_L</math>, чел</i> | <i>300</i>                          |

## Параметры термического воздействия

| $R_{ош}$ ,<br>м | $t_{ош}$ ,<br>с | $J_{ош}$ ,<br>кДж/(м <sup>2</sup> ·с) | $U_{ош}$ ,<br>кДж/м <sup>2</sup> | $R_{без.ош}$ ,<br>м | $R_{пораж.ош}$ ,<br>м |
|-----------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------|
|                 |                 |                                       |                                  |                     |                       |

$$R_{ош} = 2,25 \cdot \sqrt[3]{m}$$

$R_{ош}$  - радиус зоны взрывного горения («огненного шара»), м;

$m$  - масса взрывоопасного вещества (исх. данные), кг.

## Параметры термического воздействия

| $R_{ош}'$<br>М | $t_{ош}'$<br>с | $J_{ош}'$<br>кДж/(м <sup>2</sup> ·с) | $U_{ош}'$<br>кДж/м <sup>2</sup> | $R_{без.ош}'$<br>М | $R_{пораж.ош}'$<br>М |
|----------------|----------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------|----------------------|
|                |                |                                      |                                 |                    |                      |

$$t_{ош} = 0,92 \cdot m^{0,303}$$

$t_{ош}$  - время свечения «огненного шара», с;

$m$  - масса взрывоопасного вещества (исх. данные), кг.

## Параметры термического воздействия

| $R_{ош}$ ,<br>М | $t_{ош}$ ,<br>С | $J_{ош}$ ,<br>кДж/(м <sup>2</sup> ·с) | $U_{ош}$ ,<br>кДж/м <sup>2</sup> | $R_{без.ош}$ ,<br>М | $R_{пораж.ош}$ ,<br>М |
|-----------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------|
|                 |                 |                                       |                                  |                     |                       |

$$J_{ош} = \frac{133 \cdot \sqrt[3]{m^2}}{R_{ош}^2}$$

$J_{ош}$  - интенсивность теплового излучения «огненного шара», кДж/(м<sup>2</sup>·с);

$m$  - масса взрывоопасного вещества (исх. данные), кг;

$R_{ош}$  - радиус «огненного шара», м.

## Параметры термического воздействия

| $R_{ош}$ ,<br>М | $t_{ош}$ ,<br>С | $J_{ош}$ ,<br>кДж/(м <sup>2</sup> ·с) | $U_{ош}$ ,<br>кДж/м <sup>2</sup> | $R_{без.ош}$ ,<br>М | $R_{пораж.ош}$ ,<br>М |
|-----------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------|
|                 |                 |                                       |                                  |                     |                       |

$$U_{ош} = J_{ош} \cdot t_{ош}$$

- $U_{ош}$  - тепловой импульс «огненного шара», кДж/м<sup>2</sup>;  
 $J_{ош}$  - интенсивность теплового излучения «огненного шара», кДж/(м<sup>2</sup>·с);  
 $t_{ош}$  - время свечения «огненного шара», с.

## Параметры термического воздействия

| $R_{ош}$ ,<br>М | $t_{ош}$ ,<br>с | $J_{ош}$ ,<br>кДж/(м <sup>2</sup> ·с) | $U_{ош}$ ,<br>кДж/м <sup>2</sup> | $R_{без.ош}$ ,<br>М | $R_{пораж.ош}$ ,<br>М |
|-----------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------|
|                 |                 |                                       |                                  |                     |                       |

$$R_{без.ош} = 3\sqrt{\frac{133 \cdot \sqrt{m^3}}{J^*}}$$

$R_{без.ош}$  - безопасный радиус действия теплового излучения «огненного шара», м

$m$  - масса взрывоопасного вещества (исх. данные), кг;

$J^*$  - безопасная интенсивность теплового излучения (для человека  $J^* = 1,5$  кДж/(м<sup>2</sup>·с)).



## Параметры термического воздействия

| $R_{ош}$ ,<br>м | $t_{ош}$ ,<br>с | $J_{ош}$ ,<br>кДж/(м <sup>2</sup> ·с) | $U_{ош}$ ,<br>кДж/м <sup>2</sup> | $R_{без.ош}$ ,<br>м | $R_{пораж.ош}$ ,<br>м |
|-----------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------|
|                 |                 |                                       |                                  |                     |                       |

$$R_{пораж.ош} \approx 3,6 \cdot R_{ош}$$

$R_{пораж.ош}$  - радиус зоны теплового поражения «огненного шара», м;

$R_{ош}$  - радиус зоны взрывного горения («огненного шара»), м.

## Продолжение таблицы \_\_

| $d_{\text{ош}},$<br>м | $F$ | $T$ | $q,$<br>кВт/м <sup>2</sup> |
|-----------------------|-----|-----|----------------------------|
|                       |     |     |                            |

$$d_{\text{ош}} = 5,33 \cdot m^{0,327}$$

$d_{\text{ош}}$  - эффективный диаметр «огненного шара», м;  
 $m$  - масса взрывоопасного вещества (исх. данные), кг.

## Продолжение таблицы \_\_

| $d_{ош},$<br>м | $F$ | $T$ | $q,$<br>кВт/м <sup>2</sup> |
|----------------|-----|-----|----------------------------|
|                |     |     |                            |

$$F = \frac{\frac{h}{d_{ош}} + 0,5}{4 \cdot \left[ \left( \frac{h}{d_{ош}} + 0,5 \right)^2 + \left( \frac{L}{d_{ош}} \right)^2 \right]^{1,5}},$$

$h$  – высота центра «огненного шара» над поверхностью земли (исх. данные), м;  
 $L$  – удаление людей от точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара» (исх. данные), м.

**Продолжение таблицы \_**

| $d_{ош},$<br>м | $F$ | $\tau$ | $q,$<br>кВт/м <sup>2</sup> |
|----------------|-----|--------|----------------------------|
|                |     |        |                            |

$$\tau = \exp \left[ -7 \cdot 10^{-4} \cdot \left( \sqrt{L^2 + h^2} - \frac{d_{ош}}{2} \right) \right].$$

**$\tau$  - коэффициент прозрачности атмосферы.**

## Продолжение таблицы \_

| $d_{\text{ос}},$<br>м | $F$ | $T$ | $q,$<br>кВт/м <sup>2</sup> |
|-----------------------|-----|-----|----------------------------|
|                       |     |     |                            |

$$q = E \cdot F \cdot T$$

$E$  – **среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени** (определяется на основе имеющихся экспериментальных данных, при оперативном прогнозировании допускается принимать  $E = 450$  кВт/м<sup>2</sup>).

## Приложение \_\_

| Степень ожога | Тепловой импульс<br>$U_{ош}$ ,<br>кДж/м <sup>2</sup> | Характер поражения   | Последствия ожогов  |
|---------------|--|--|---|
| Первая        | 100...200  |  |   |
| Вторая        | 200...400  |  |   |
| Третья        | 400...600  | Полное разрушение кожного покрова по всей его толщине, образование язв | Нуждаются в длительном лечении. Если не применять пересадку кожи, на месте поражения образуются шрамы |
| Четвертая     | Более 600  |  |   |

| <b>Приложение __</b>   |  |                            |
|--|--|----------------------------|
| <b>Наименование материалов,<br/>находящихся на расстоянии <math>R_{ош}</math>,<br/>м</b> | <b>Тепловой импульс <math>U_{ош}</math>, кДж/м<sup>2</sup></b> |                            |
|  | <b>Воспламенение,<br/>обугливание</b>                          | <b>Стойкое<br/>горение</b> |
| <b>Хлопчатобумажная ткань:</b>   |  |                            |
| <b>- темная</b>  | <b>420-670</b>   | <b>более 670</b>           |
| <b>- цвета хаки</b>  | <b>590-1000</b>  | <b>более 1000</b>          |
| <b>- светлая</b>   | <b>750-1500</b>  | <b>более 1500</b>          |
| <b>Автомобильная резина</b>  | <b>420-840</b>   | <b>более 840</b>           |
| <b>Доски сосновые (сухие,<br/>неокрашенные)</b>  | <b>670-2100</b>  | <b>более 2100</b>          |
| <b>Доски, окрашенные в темный<br/>цвет</b>   | <b>420-1200</b>  | <b>более 1200</b>          |
| <b>Кровля мягкая (толь, рубероид)</b>  | <b>840-1700</b>  | <b>более 1700</b>          |

**Прогноз термического действия при  $U_{ош}$  \_\_\_\_ (кДж/м<sup>2</sup>)**

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Объект воздействия</b> | <b>Результат воздействия</b> |
|------------------|---------------------------|------------------------------|
| <b>1</b>         |                           |                              |
| <b>2</b>         |                           |                              |
| <b>3</b>         |                           |                              |
| <b>4</b>         |                           |                              |
| <b>5</b>         |                           |                              |



**Прогнозируемы термические потери людей**

|                                   | <b>Болевой порог</b> | <b>Ожог I степени</b> | <b>Ожог II степени</b> | <b>Ожог III степени</b> | <b>Летальный исход</b> |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| <b><math>P_r</math></b>           |                      |                       |                        |                         |                        |
| <b>П (%)</b>                      |                      |                       |                        |                         |                        |
| <b><math>N_L</math><br/>(чел)</b> |                      |                       |                        |                         |                        |

**Приложение \_\_**

| <b>П, %</b> | <b>0</b>    | <b>1</b>    | <b>2</b>    | <b>3</b>    | <b>4</b>    | <b>5</b>    | <b>6</b>    | <b>7</b>    | <b>8</b>    | <b>9</b>    |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>0</b>    |             | <b>2,67</b> | <b>2,95</b> | <b>3,12</b> | <b>3,25</b> | <b>3,38</b> | <b>3,45</b> | <b>3,52</b> | <b>3,59</b> | <b>3,66</b> |
| <b>10</b>   | <b>3,72</b> | <b>3,77</b> | <b>3,82</b> | <b>3,86</b> | <b>3,92</b> | <b>3,96</b> | <b>4,01</b> | <b>4,05</b> | <b>4,08</b> | <b>4,12</b> |
| <b>20</b>   | <b>4,16</b> | <b>4,19</b> | <b>4,23</b> | <b>4,26</b> | <b>4,29</b> | <b>4,33</b> | <b>4,36</b> | <b>4,39</b> | <b>4,42</b> | <b>4,45</b> |
| <b>30</b>   | <b>4,48</b> | <b>4,50</b> | <b>4,53</b> | <b>4,56</b> | <b>4,59</b> | <b>4,61</b> | <b>4,64</b> | <b>4,67</b> | <b>4,69</b> | <b>4,72</b> |
| <b>40</b>   | <b>4,75</b> | <b>4,77</b> | <b>4,80</b> | <b>4,82</b> | <b>4,85</b> | <b>4,87</b> | <b>4,90</b> | <b>4,92</b> | <b>4,95</b> | <b>4,97</b> |
| <b>50</b>   | <b>5,00</b> | <b>5,03</b> | <b>5,05</b> | <b>5,08</b> | <b>5,10</b> | <b>5,13</b> | <b>5,15</b> | <b>5,18</b> | <b>5,20</b> | <b>5,23</b> |
| <b>60</b>   | <b>5,25</b> | <b>5,28</b> | <b>5,31</b> | <b>5,33</b> | <b>5,36</b> | <b>5,39</b> | <b>5,41</b> | <b>5,44</b> | <b>5,47</b> | <b>5,50</b> |
| <b>70</b>   | <b>5,52</b> | <b>5,55</b> | <b>5,58</b> | <b>5,61</b> | <b>5,64</b> | <b>5,67</b> | <b>5,71</b> | <b>5,74</b> | <b>5,77</b> | <b>5,81</b> |
| <b>80</b>   | <b>5,84</b> | <b>5,88</b> | <b>5,92</b> | <b>5,95</b> | <b>5,99</b> | <b>6,04</b> | <b>6,08</b> | <b>6,13</b> | <b>6,18</b> | <b>6,23</b> |
| <b>90</b>   | <b>6,28</b> | <b>6,34</b> | <b>6,41</b> | <b>6,48</b> | <b>6,55</b> | <b>6,64</b> | <b>6,75</b> | <b>6,88</b> | <b>7,05</b> | <b>7,33</b> |
| <b>99</b>   | <b>7,33</b> | <b>7,37</b> | <b>7,41</b> | <b>7,46</b> | <b>7,51</b> | <b>7,58</b> | <b>7,65</b> | <b>7,75</b> | <b>7,88</b> | <b>8,09</b> |

**2.1. Прогнозирование последствий  
выброса радиоактивных  
веществ при авариях на  
радиационно-опасных объектах  
(АЭС)**



## Исходные данные к задаче 2.1

| Название параметра, его обозначение и размерность   |                    | Значение параметра |
|---|--------------------|--------------------|
| Координаты АЭС  | по вертикали, км   | 15                 |
|   | по горизонтали км  | 04                 |
| Мощность реактора $W_p$ , мВт   |                    | 500                |
| Азимут ветру $A$ , °  |                    | 45                 |
| Координаты сборного эвакуационного пункта (СЭП)   | по вертикали, км   | 97                 |
|   | по горизонтали, км | 91                 |
| Населенный пункт, предназначенный для размещения населения, подлежащего эвакуации   |                    | Андреевка          |
| Скорость движения пешей колонны $v_{\text{пеш.кол}}$ км/ч   |                    | 4,5                |
| Расстояние между привалами $R_{\text{прив}}$ км   |                    | 7                  |
| Время, отводимое на один привал $t_p$ ч   |                    | 0,25               |
| Время на сбор населения в СЭП относительно времени аварии $t_{\text{сб}}$ ч   |                    | 3                  |
| Время, затраченное на санитарную обработку людей в СОП, которые передвигаются пешей колонной $t_{\text{СОП}}$ ч             |                    | 1,5                |
| Скорость движения автомобильной колонны $v_{\text{авт.кол}}$ км/ч   |                    | 32                 |
| Время, затраченное на пересадку населения в незараженный транспорт $t_{\text{перес}}$ ч                                     |                    | 0,5                |
| Общее количество людей в населенном пункте, оказавшемся в зоне ингаляционного радиоактивного излучения $N_{\text{н.п}}$ чел |                    | 5000               |

## **Порядок выполнения**

### **1. Нанести на схему АЭС:**

- найти точку пересечения заданных в исходных данных координат по горизонтали и вертикали (значения координат представлены на внутренней стороне сетки схемы местности);**
- используя условные знаки изобразить АЭС с центром в этой точке (мощность реактора указана в исходных данных).**

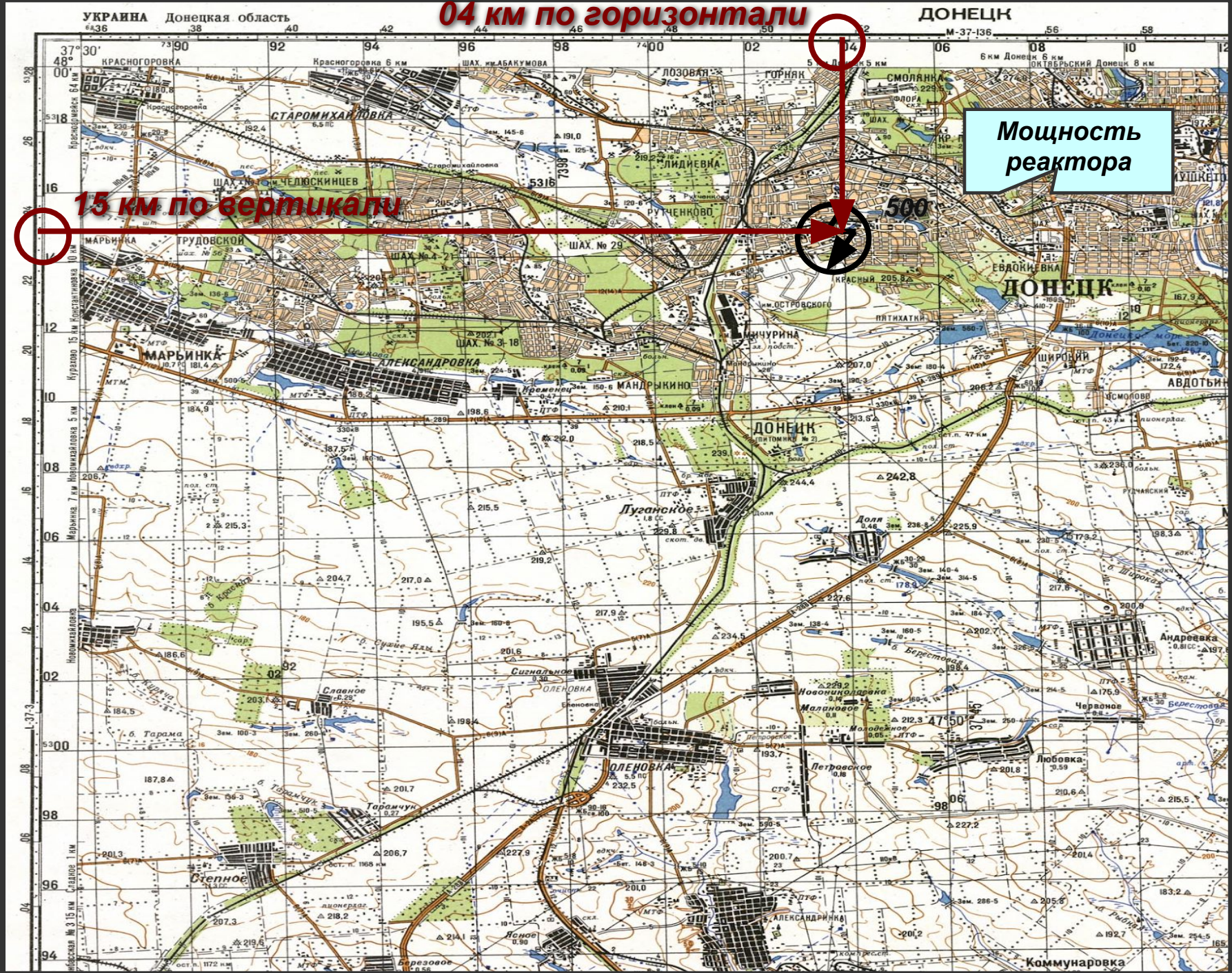
# 04 км по горизонтали

УКРАИНА Донецкая область

ДОНЕЦК

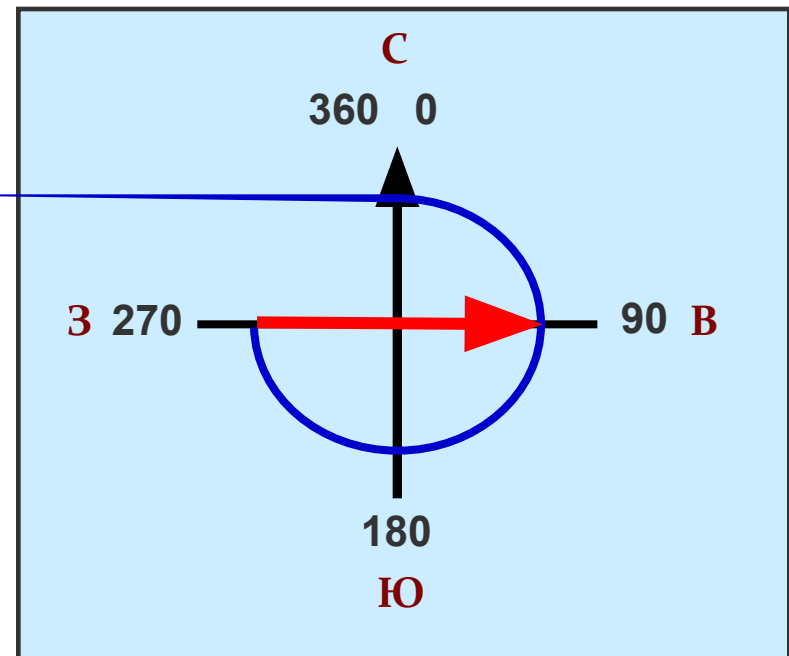
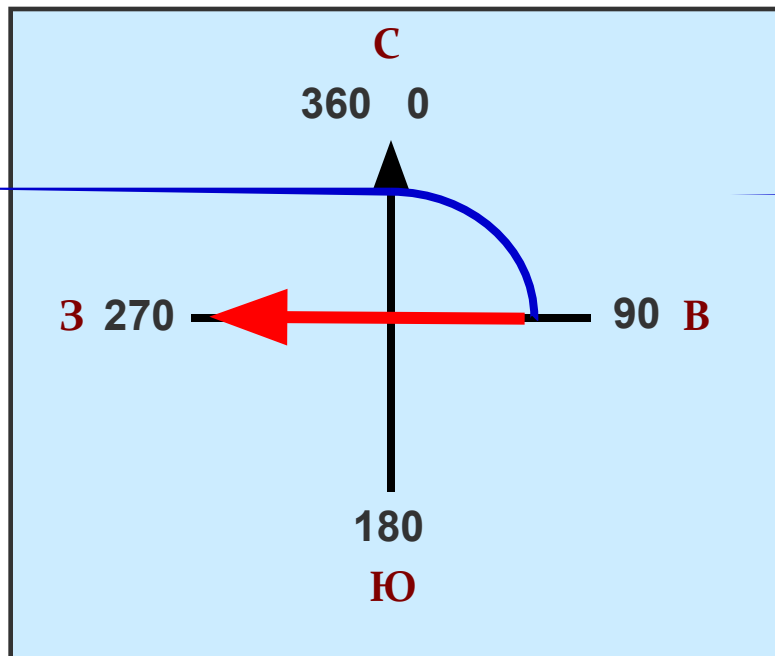
Мощность  
реактора

15 км по вертикали

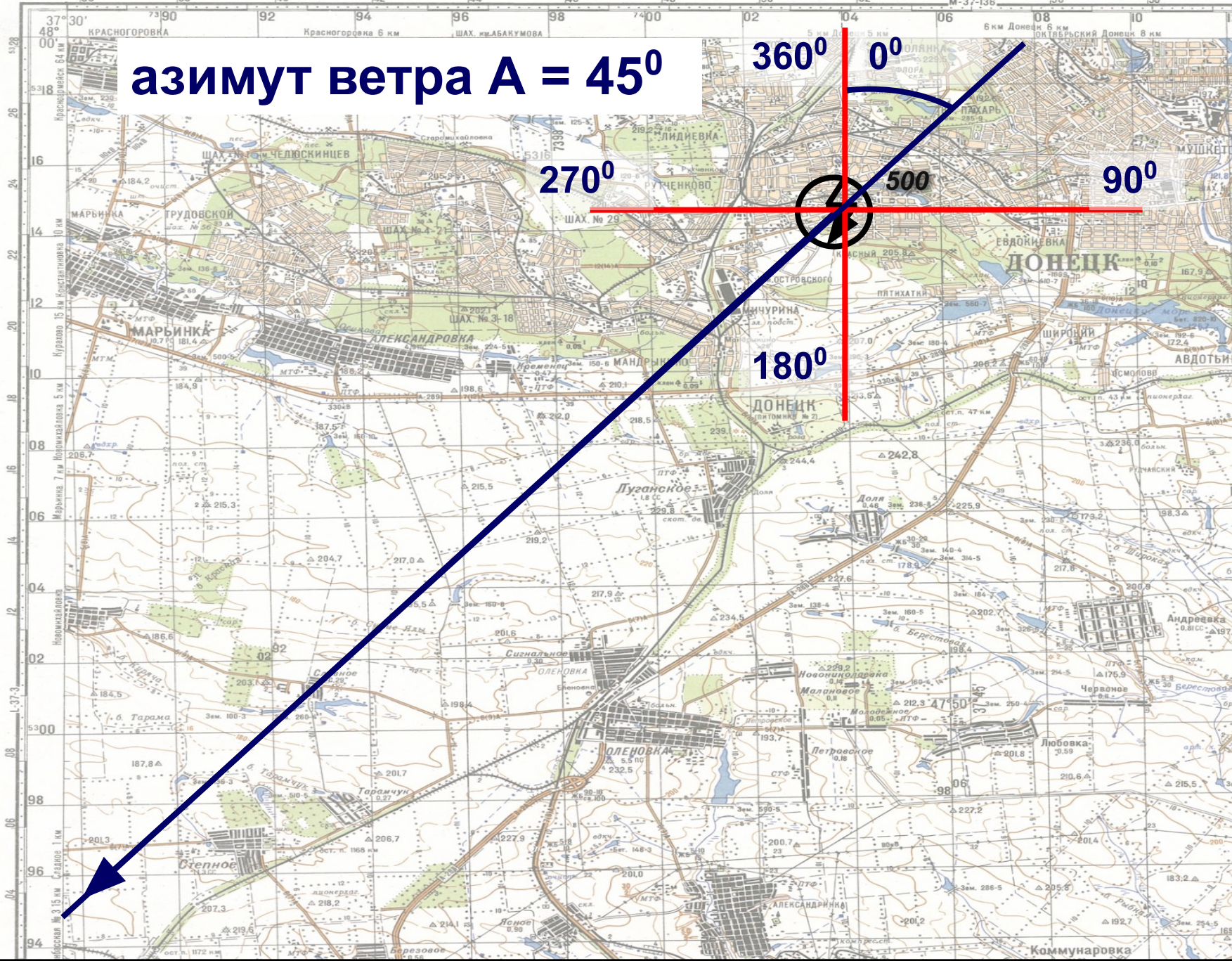


## 2. Построить зоны возможного ингаляционного радиоактивного облучения:

- **синим цветом** нанести на схему местности ось следа радиоактивного облака с учетом заданного азимута ветра (отсчет градусов ведется с севера по часовой стрелке; направление оси - противоположное азимуту);



азимут ветра  $A = 45^\circ$



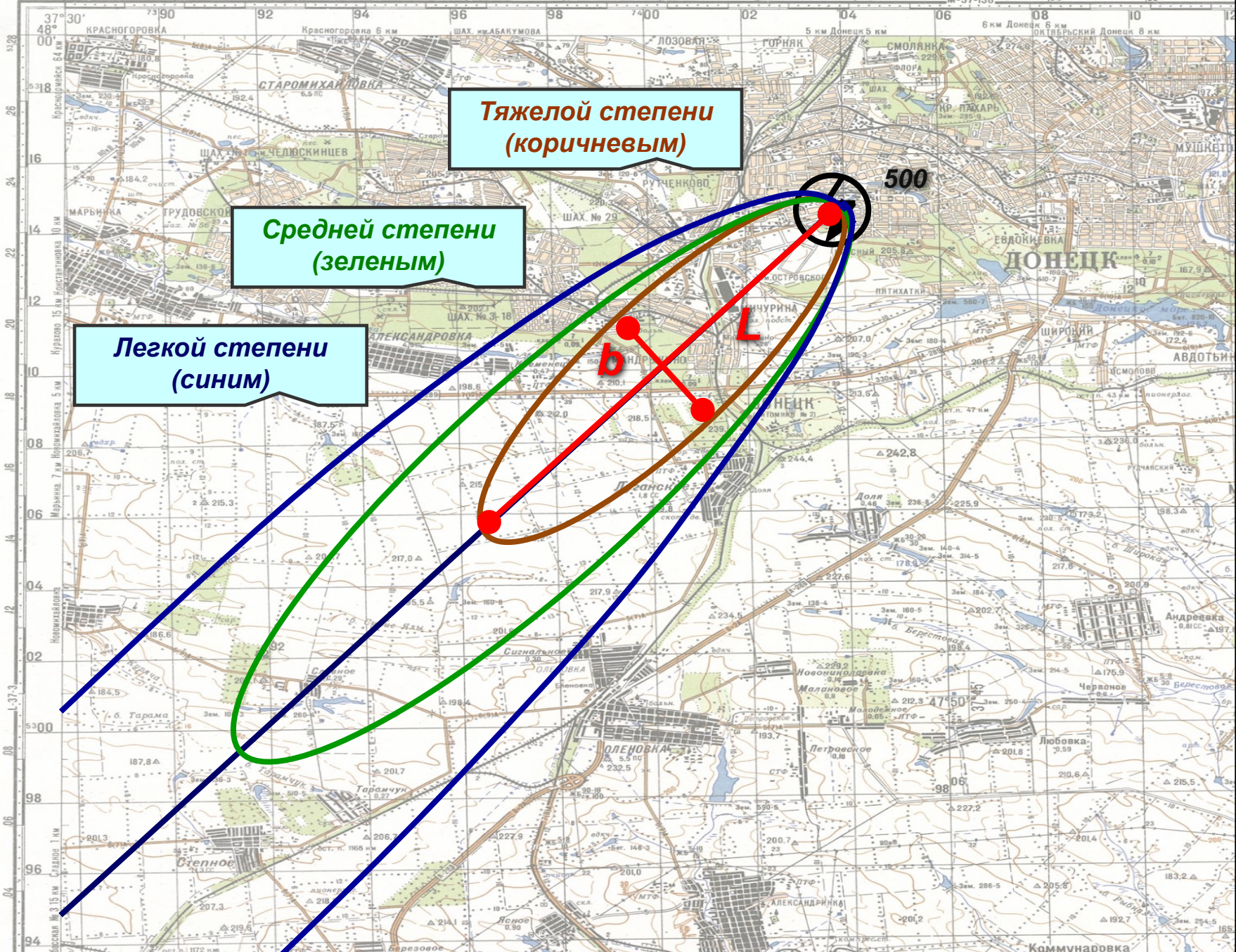


**- определить количество и размеры зон**

**Таблица 2.1.3**

**Размеры зон возможного ингаляционного радиоактивного облучения, км**

| <b>Электрическая<br/>мощность<br/>реактора, МВт</b> | <b>Легкой<br/>степени</b> |               | <b>Средней<br/>степени</b> |               | <b>Тяжелой<br/>степени</b> |               |
|---|---------------------------|---------------|----------------------------|---------------|----------------------------|---------------|
|   | <b>Длина</b>              | <b>Ширина</b> | <b>Длина</b>               | <b>Ширина</b> | <b>Длина</b>               | <b>Ширина</b> |
| <b>440</b>  | <b>30</b>                 | <b>3,3</b>    | <b>20</b>                  | <b>2,5</b>    | <b>10</b>                  | <b>1,9</b>    |
| <b>1000</b>   | <b>46</b>                 | <b>4,3</b>    | <b>30</b>                  | <b>3,3</b>    | <b>17</b>                  | <b>2,6</b>    |
| <b>1500</b>   | <b>55</b>                 | <b>4,8</b>    | <b>36</b>                  | <b>3,5</b>    | <b>21</b>                  | <b>2,7</b>    |
| <b>2000</b>   | <b>63</b>                 | <b>5,3</b>    | <b>40</b>                  | <b>3,9</b>    | <b>24</b>                  | <b>2,8</b>    |
| <b>3000</b>   | <b>70</b>                 | <b>5,4</b>    | <b>50</b>                  | <b>4,5</b>    | <b>29</b>                  | <b>3,3</b>    |
| <b>4000</b>   | <b>78</b>                 | <b>5,5</b>    | <b>56</b>                  | <b>4,8</b>    | <b>34</b>                  | <b>3,6</b>    |



**Тяжелой степени  
(коричневый)**

**Средней степени  
(зеленый)**

**Легкой степени  
(синий)**

**b**

**L**

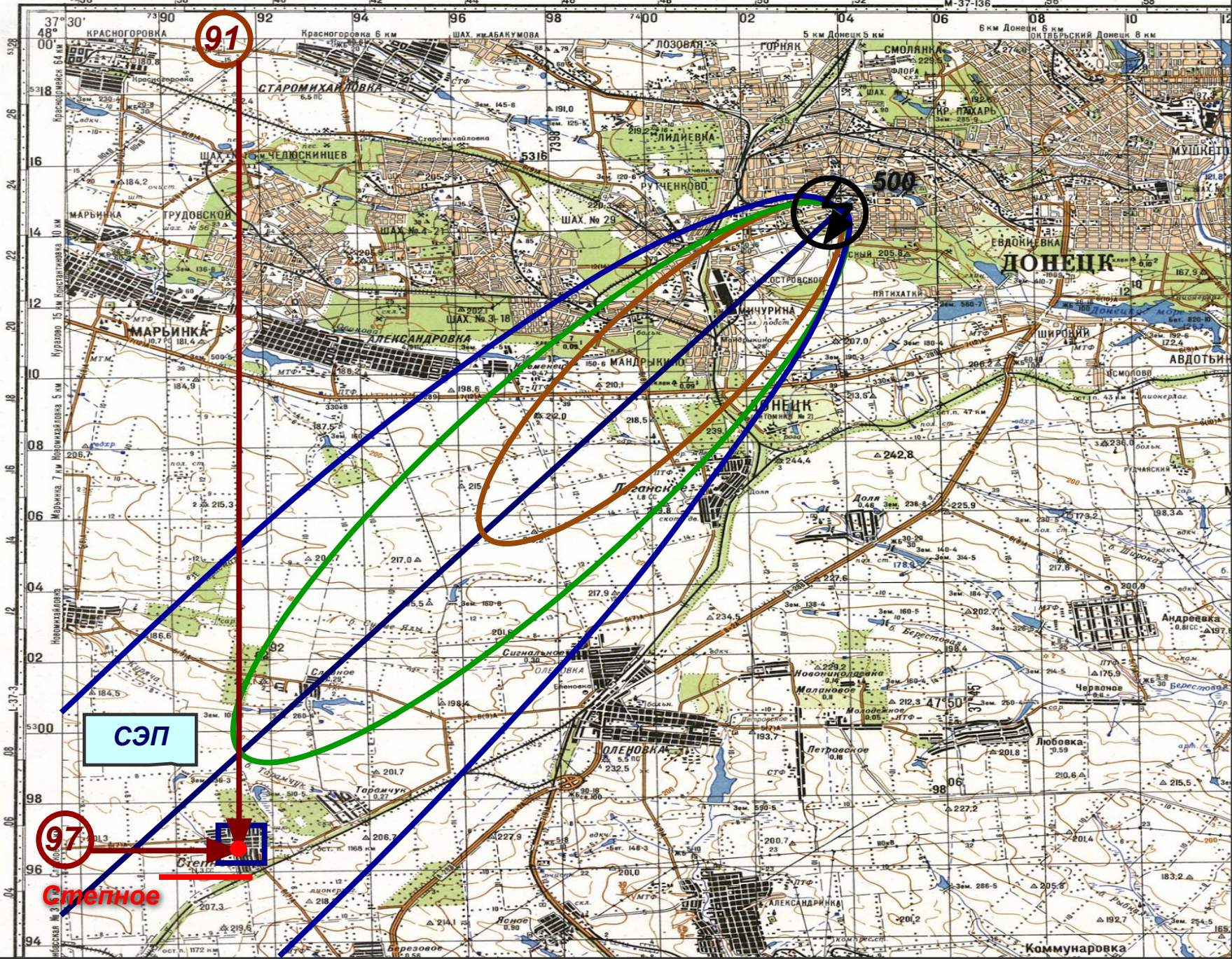
500

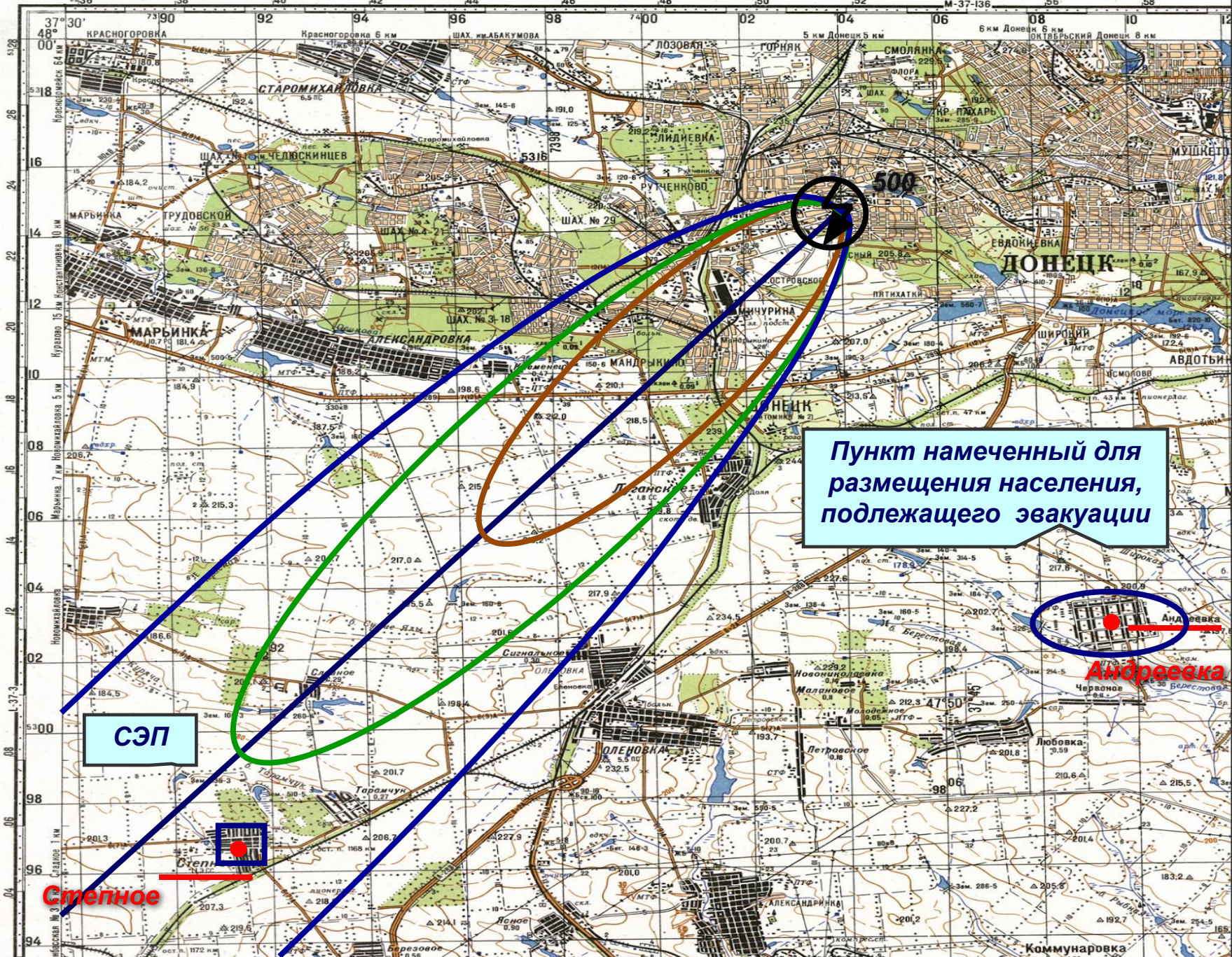
ДОНЕЦК

Коммунарка

**3. Нанести на схему сборный  
эвакоприемный пункт (СЭП) (с учетом  
координат в исходных данных и условных  
знаков).**

**4. Нанести на схему пункт, намеченный для  
размещения населения подлежащего эвакуации  
(исходные данные с учетом условных знаков).**





Пункт намеченный для размещения населения, подлежащего эвакуации

СЭП

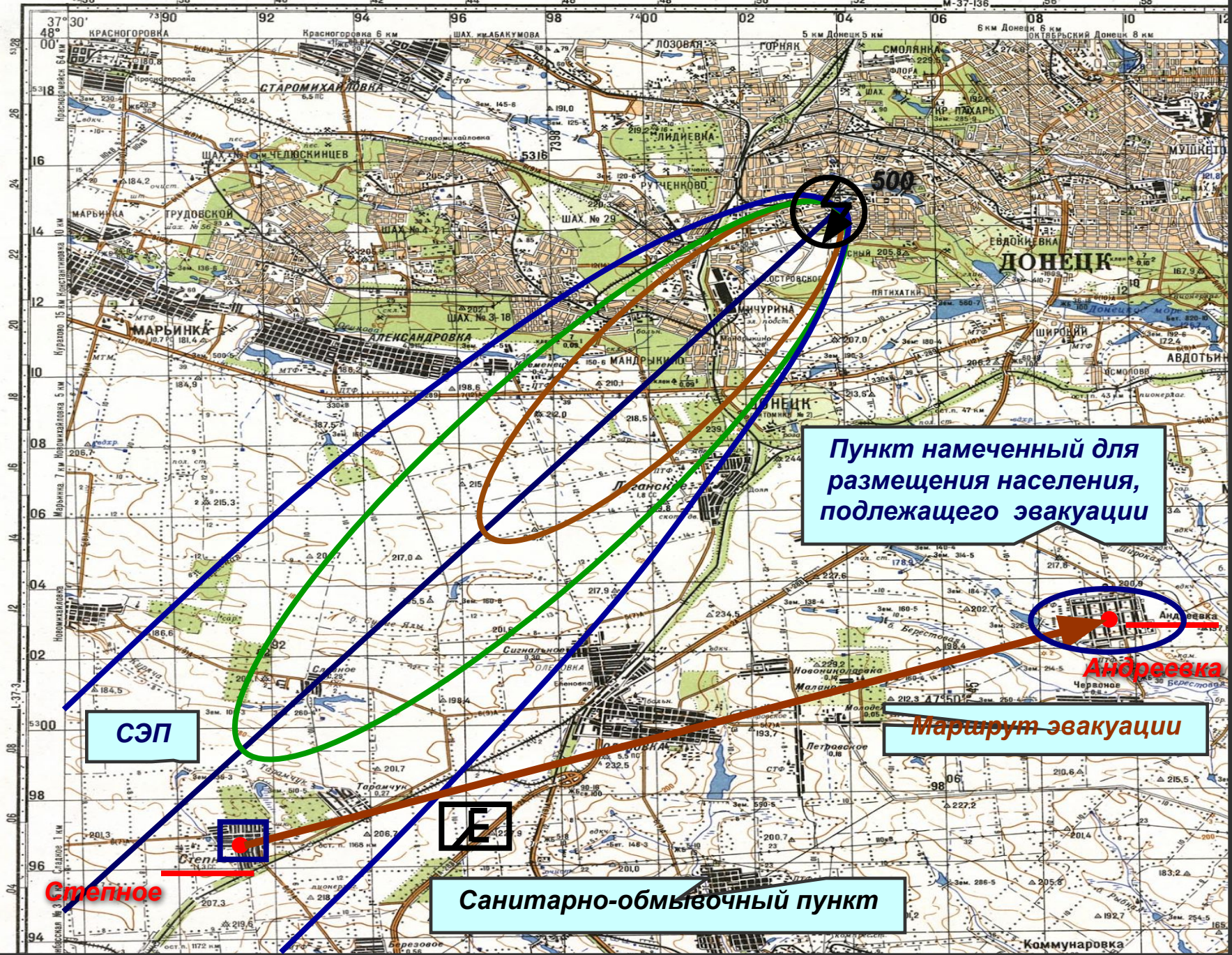
Степное

Андреевка

Коммунарка

**5. Нанести на схему маршрут эвакуации пешей колонны коричневым пунктиром (прямая линия соединяющая центры СЭП и пункта, намеченного для размещения населения подлежащего эвакуации).**

**6. На пересечении маршрута эвакуации и границы зоны ингаляционного радиоактивного облучения легкой степени с помощью условных знаков изобразить санитарно-обмывочный пункт.**



**7. Определить время необходимое для выхода населения из зон возможного ингаляционного радиоактивного облучения пешей колонной, ч**

$$t_{\text{зараж}} = \frac{R_{\text{зараж}}}{V_{\text{пеш.кол}}}$$

$R_{\text{зараж}}$  – часть маршрута эвакуации по зараженной территории (замеряется по схеме местности от центра СЭП до границы зоны ингаляционного радиоактивного облучения легкой степени), км;

$V_{\text{пеш.кол}}$  – скорость движения пешей колонны (исходные данные), км/ч.





R

Пункт намеченный для размещения населения, подлежащего эвакуации

СЭП

Маршрут эвакуации

R зараж

Санитарно-обмывочный пункт

Андреевка

Степное

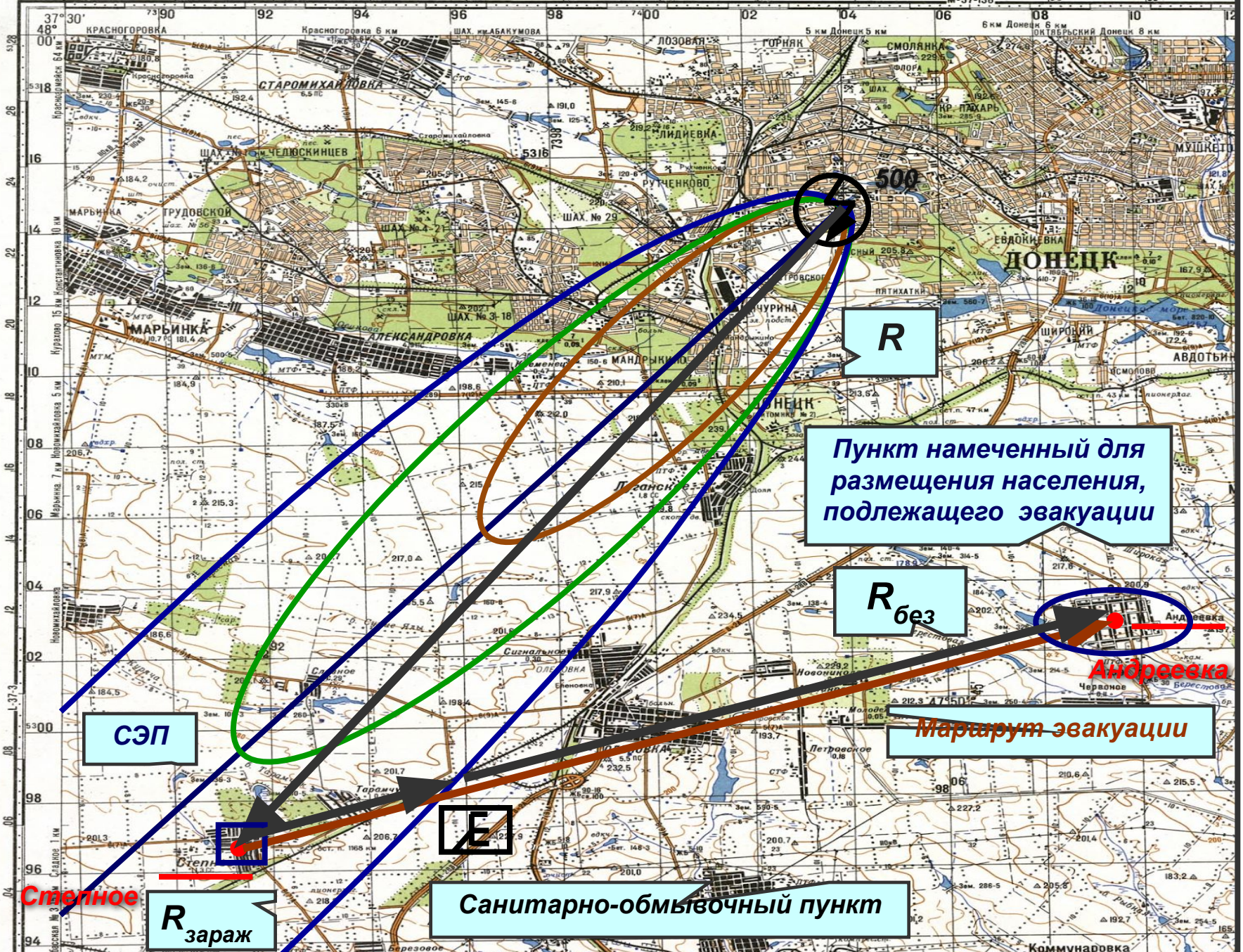
Коммунарка

**8. Определить время, затраченное на прохождение расстояния пешей колонной от границы зоны ингаляционного радиоактивного облучения легкой степени до пункта, намеченного для размещения населения подлежащего эвакуации, ч**

$$t_{\text{без}} = \frac{R_{\text{без}}}{v_{\text{пеш.кол}}}$$

$R_{\text{без}}$  – часть маршрута эвакуации по безопасной территории (замеряется по схеме местности от границы зоны легкой степени ингаляционного радиоактивного облучения до центра пункта, намеченного для размещения населения подлежащего эвакуации), км;

$v_{\text{пеш.кол}}$  – скорость движения пешей колонны, км/ч.



R

Пункт намеченный для размещения населения, подлежащего эвакуации

R без

Маршрут эвакуации

СЭП

R зараж

Е

Санитарно-обмывочный пункт

Степное

Андреевка

Коммунарка

**9. Определить требуемое количество привалов для пешей колонны**

$$n_{\text{прив}} = \frac{R_{\text{без}}}{R_{\text{прив}}}$$

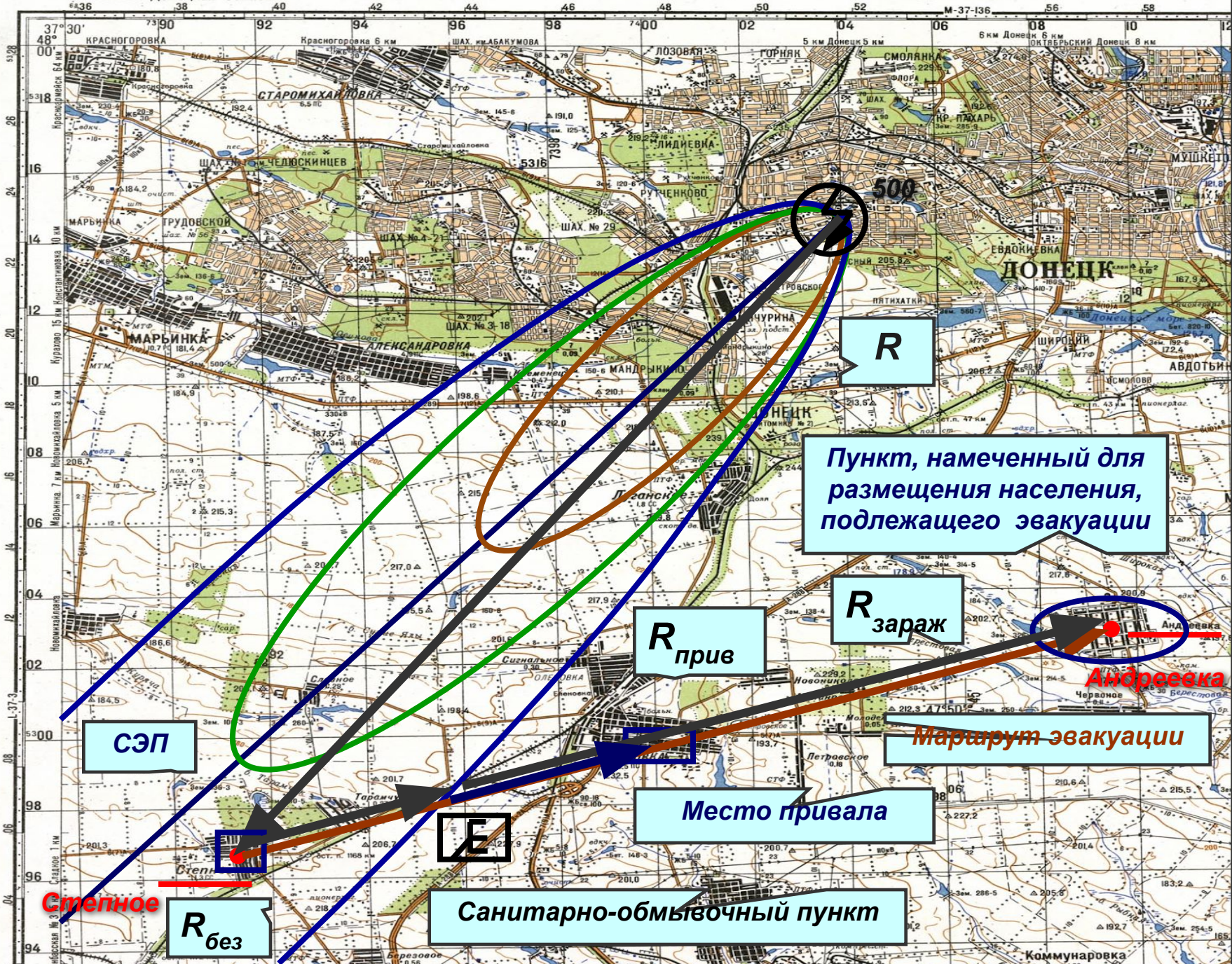
$R_{\text{без}}$  – часть маршрута эвакуации по безопасной территории, км;

$R_{\text{прив}}$  – расстояние между привалами (исходные данные), км.

Значение  $n_{\text{прив}}$  необходимо округлять в меньшую сторону до целого числа

**10. Нанести на схему по маршруту эвакуации места привалов (условные знаки) для пешей колонны, с учетом расстояния между привалами  $R_{прив}$**

**При нанесении мест привалов следует учитывать только часть маршрута эвакуации по безопасной территории.**



Пункт, намеченный для размещения населения, подлежащего эвакуации

R зараж

R прив

СЭП

R без

Санитарно-обмывочный пункт

Место привала

Маршрут эвакуации

Андреевка

Степное

**11. Определить общее время привалов пешей колонны, ч**

$$t_{\text{прив}} = t_1 \cdot n_{\text{прив}}$$

$t_1$  – время, отводимое на один привал (исходные данные), ч;

$n_{\text{прив}}$  – требуемое количество привалов для пешей колонны.

**12. Определить общее время эвакуации пешей колонны**

$$t_{\text{эв.пеш.кол}} = t_{\text{сб}} + t_{\text{зараж}} + t_{\text{без}} + t_{\text{прив}} + t_{\text{соп}}$$

$t_{\text{сб}}$  – время сбора населения в СЭП относительно времени аварии (исходные данные), ч;

$t_{\text{соп}}$  – время, затраченное на санитарную обработку людей, следующих пешей колонной, в санитарно - обмывочных пунктах (исходные данные), ч.



### **13. Определить общее время эвакуации автомобильной колонны, ч**

$$t_{\text{эв.авт.кол}} = t_{\text{сб}} + \frac{R_{\text{зараж}} + R_{\text{без}}}{V_{\text{авт.кол}}} + t_{\text{перес}}$$

$t_{\text{сб}}$  – время сбора населения в СЭП относительно времени аварии (исходные данные), ч;

$V_{\text{авт.кол}}$  – скорость движения автомобильной колонны (исходные данные), км/ч.

$t_{\text{перес}}$  – время, затрачиваемое на пересадку населения в незараженный транспорт на границе зоны ингаляционного радиоактивного облучения легкой степени (исходные данные), ч.

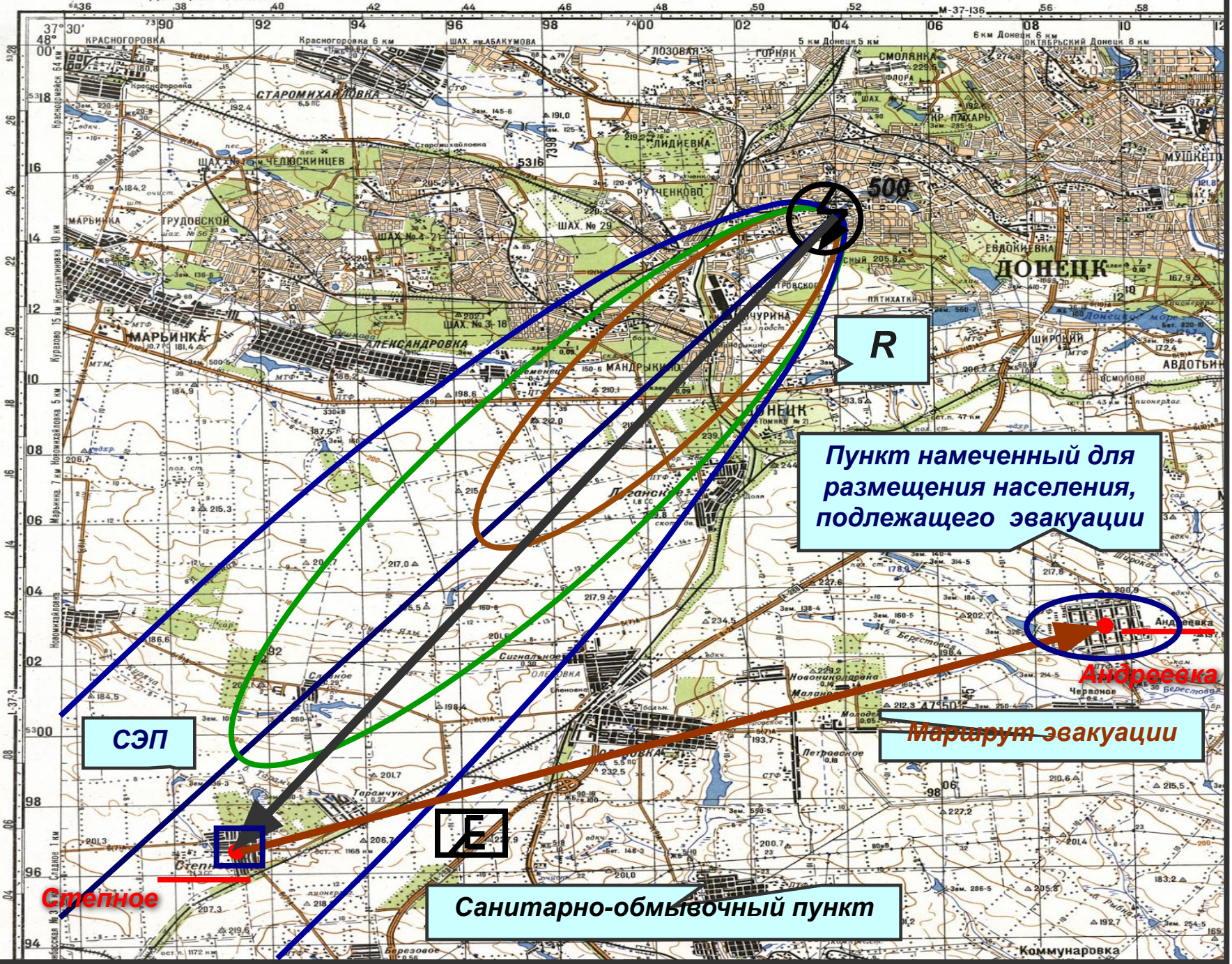
Значения расстояния  $R_{\text{зараж}}$  и  $R_{\text{без}}$  считать такими, как для пешей колонны.

**14. Определить дозу ингаляционного облучения, Гр**

$$D_{\text{и.обл.}} = 2 \cdot W_p \cdot R^{-\left(\frac{R}{200} + 1,4\right)}$$

$W_p$  – мощность реактора (исходные данные), МВт;

$R$  – удаление населенного пункта от АЭС (замеряется по схеме местности от центра АЭС до центра СЭП), км.



R

Пункт намеченный для размещения населения, подлежащего эвакуации

Андреевка

Маршрут эвакуации

Санитарно-обмывочный пункт

СЭП

Степное

E

**Таблица 2.1.4**

**Возможные потери людей в зависимости от полученной ими дозы ингаляционного (внутреннего) облучения, %**

| <b>Величина дозы ингаляционного облучения, Гр</b> | <b>Возможные потери людей, %</b> |
|---|----------------------------------|
| 3   | 1                                |
| 4   | 1,8                              |
| 5   | 2,8                              |
| 6   | 4                                |
| 7   | 5,5                              |
| 9   | 9                                |
| 10  | 11,3                             |
| 13  | 19                               |
| 16  | 29                               |
| 17  | 32,7                             |
| 18  | 36,6                             |
| 19  | 41                               |
| 20  | 45                               |
| 25  | 70                               |
| 27  | 82                               |
| 28  | 88                               |
| 30  | 100                              |

**2.2 Прогнозирование последствий  
вылива (выброса) опасных  
химических веществ при  
авариях на химически опасных  
объектах**



## Исходные данные к задаче 2.2

| <i>Название параметра, его обозначение и размерность</i>  |                              | <i>Значение</i>       |
|---|------------------------------|-----------------------|
| <i>Координаты ХОО</i>   | <i>по горизонтали, км</i>    | <b>02</b>             |
|   | <i>по вертикали, км</i>      | <b>07</b>             |
| <i>Название ОХВ</i>   | <i>сернистый ангидрид</i>    |                       |
|   | <i>водород мышьяковистый</i> |                       |
|   | <i>сероводород</i>           |                       |
| <i>Высота поддона или обваловки Н, м</i>  | <i>сернистый ангидрид</i>    | <b>0,5</b>            |
|   | <i>водород мышьяковистый</i> | <b>0,6</b>            |
|   | <i>сероводород</i>           | <b>0,7</b>            |
| <i>Количество ОХВ <math>m_{\rho}</math>, т</i>  | <i>сернистый ангидрид</i>    | <b>1,5</b>            |
|   | <i>водород мышьяковистый</i> | <b>1</b>              |
|   | <i>сероводород</i>           | <b>2,5</b>            |
| <i>Скорость ветра <math>v</math>, м/с</i>   |                              | <b>1</b>              |
| <i>Температура воздуха <math>T</math>, °С</i>   |                              | <b>+20</b>            |
| <i>Степень вертикальной устойчивости воздуха</i>  |                              | <b>инверсия</b>       |
| <i>Азимут ветра <math>A</math>, °</i>   |                              | <b>315</b>            |
| <i>Размещение пункта выдачи СИЗ (средств индивидуальной защиты)</i>   |                              | <b>Оленовка</b>       |
| <i>Размещение ХРЛ (химико-радиометрической лаборатории)</i>   |                              | <b>Новомихайловка</b> |
| <i>Количество населения, оказавшегося в прогнозируемой зоне химического загрязнения <math>N_{\text{ПЗХЗ}}</math>, чел</i> |                              | <b>15000</b>          |

## Порядок выполнения задания

### 1. Нанести на схему местности координаты ХОО:

- найти точку пересечения заданных в исходных данных координат по горизонтали и вертикали (значения координат представлены на внутренней стороне сетки схемы местности);

- используя условные знаки изобразить химически опасный объект, который использует ОХВ, с центром в точке пересечения.



**ХОО, который  
использует опасные  
химические вещества  
(ОХВ)**

**07 км по вертикали**



**Таблица 2.2.3**

**Характеристика ОХВ и вспомогательные коэффициенты  
для определения глубины зоны химического  
загрязнения**

|                             |  |   |
|-----------------------------|--|---|
| <b>Наименование<br/>ОХВ</b> | <b>Плот-<br/>ность<br/>ОХВ <math>\rho</math></b> | <b>Значения вспомогательных коэффициентов</b> |
|-----------------------------|--|---|

**Таблица 2.2.4**

**Значение коэффициента, учитывающего влияние  
скорости ветра на интенсивность испарения ОХВ**

| <b>Ско-<br/>рость<br/>ветра,<br/>м/с</b> | <b>1</b> | <b>2</b>    | <b>3</b>    | <b>4</b>   | <b>5</b>    | <b>6</b>    | <b>7</b>   | <b>8</b>    | <b>9</b>    | <b>10</b>  | <b>15</b>   |
|--|----------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| <b><math>K_4</math></b>                  | <b>1</b> | <b>1,33</b> | <b>1,67</b> | <b>2,0</b> | <b>2,34</b> | <b>2,67</b> | <b>3,0</b> | <b>3,34</b> | <b>3,67</b> | <b>4,0</b> | <b>5,68</b> |

### 3. Определить суммарное эквивалентное количество ОХВ

$$m_{\Sigma} = 20 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot \sum_{i=1}^n \left( \frac{K_2 \cdot K_3 \cdot K_6 \cdot K_{7B} \cdot m_0}{\rho} \right)_i$$

$K_3$  — отношение пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе данного АХОВ (таблица 2.2.3);

$K_5$  — коэффициент, учитывающий влияние степени вертикальной устойчивости воздуха на интенсивность рассеивания АХОВ:

- для инверсии  $K_5 = 1$ ;
- для изотермии  $K_5 = 0,23$ ;
- для конвекции  $K_5 = 0,08$ ;

$K_6$  — коэффициент, учитывающий продолжительности испарения:

$$\text{при } t_{\text{охв}} \geq 1, K_6 = t_{\text{охв}}^{0,8};$$

$$\text{при } t_{\text{охв}} < 1, K_6 = 1 \text{ час};$$

$m_0$  — количество ОХВ (исходные данные), т.

При расчете первичными облаками пренебрегают, потому что все ОХВ находятся в жидком агрегатном состоянии и не вступают между собой в химические реакции.

**Таблица 2.2.5**  
**Глубины зон возможного загрязнения АХОВ, км**

| Ско-<br>рость<br>ветра<br>м/с | Эквивалентное количество ОХВ, т |             |            |            |          |          |          |           |           |           |           |           |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------|------------|------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                               | <b>0,01</b>                     | <b>0,05</b> | <b>0,1</b> | <b>0,5</b> | <b>1</b> | <b>3</b> | <b>5</b> | <b>10</b> | <b>20</b> | <b>30</b> | <b>50</b> | <b>70</b> |
| <b>1</b>                      | 0,38                            | 0,85        | 1,25       | 3,16       | 4,75     | 9,18     | 12,53    | 19,20     | 29,56     | 38,13     | 52,67     | 65,23     |
| <b>2</b>                      | 0,26                            | 0,59        | 0,84       | 1,92       | 2,84     | 5,35     | 7,20     | 10,83     | 16,44     | 21,02     | 28,73     | 35,35     |
| <b>3</b>                      | 0,23                            | 0,48        | 0,68       | 1,53       | 2,17     | 3,99     | 5,34     | 7,96      | 11,94     | 15,18     | 20,6      | 25,21     |
| <b>4</b>                      | 0,19                            | 0,42        | 0,59       | 1,33       | 1,88     | 3,28     | 4,36     | 6,46      | 9,62      | 12,18     | 16,43     | 20,05     |

**Примечания:**

При скорости ветра менее 1м/с размеры зон заражения принимать как при скорости 1м/с.

## Глубины зон возможного загрязнения АХОВ, км

| Ско-<br>рость<br>ветра<br>м/с | Эквивалентное количество АХОВ, т |      |      |      |      |      |      |       |    |    |    |    |    |
|-------------------------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|----|----|----|----|----|
|                               | 0,01                             | 0,05 | 0,1  | 0,5  | 1    | 1,31 | 3    | 5     | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 |
| 1                             | 0,38                             | 0,85 | 1,25 | 3,16 | 4,75 | 5,44 | 9,18 | 12,53 |    |    |    |    |    |

**Метод линейной интерполяции**

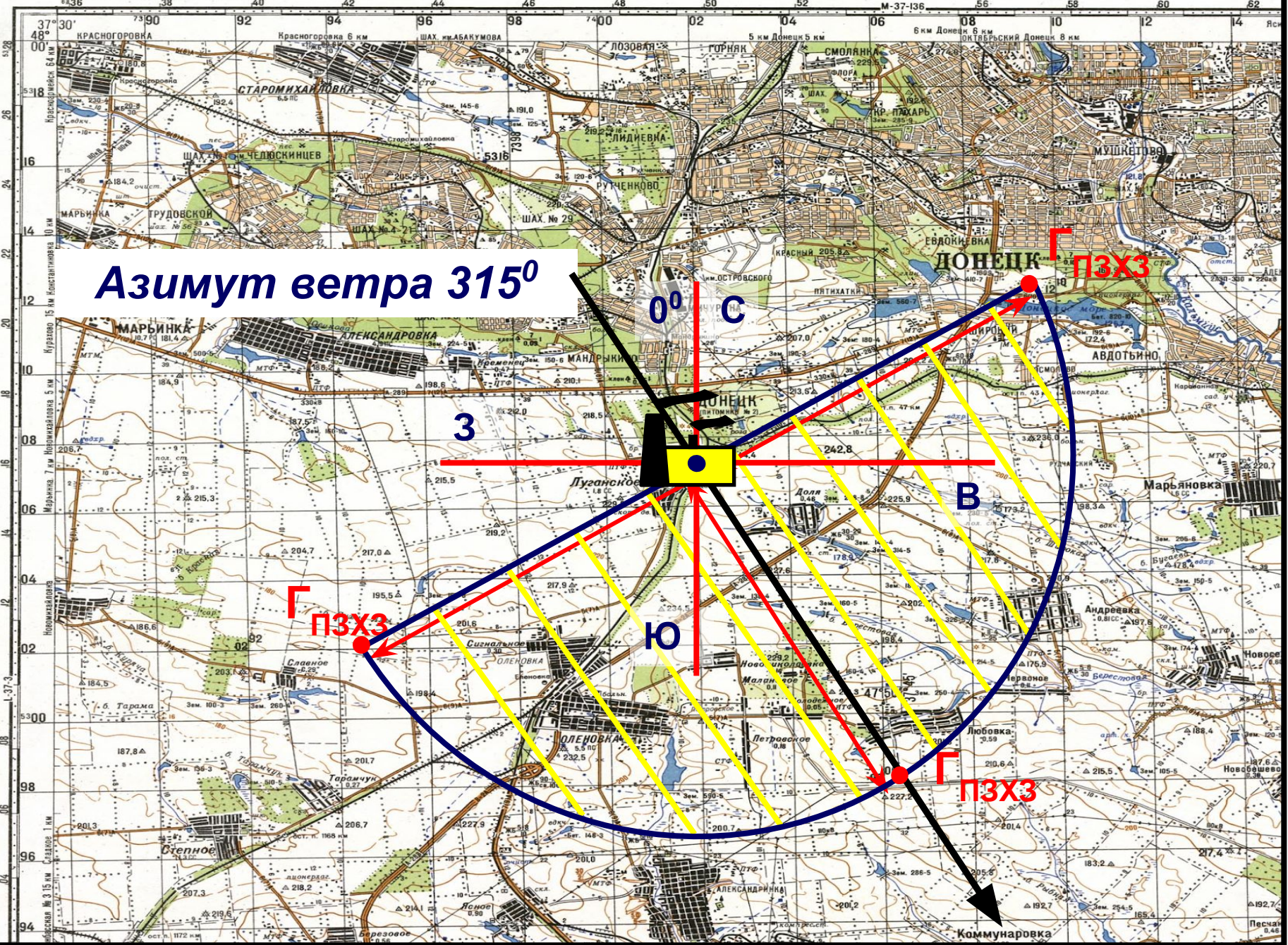
$$b_3 = \frac{(b_2 - b_1)(a_3 - a_1)}{a_2 - a_1} + b_1$$

$$b_3 = \frac{(9,18 - 4,75)(1,31 - 1)}{3 - 1} + 4,75 = 5,44$$

**5. Нанести на схему местности прогнозируемую зону химического загрязнения (ПЗХЗ):**

**- построить половину окружности (центр – место аварии), по периметру – синим цветом, площадь в середине заштриховать желтым;**

**- основание (диаметр) зоны химического загрязнения – перпендикуляр к направлению ветра согласно азимуту.**



Азимут ветра 315°

0°

С

3

ПЗХЗ

В

ПЗХЗ

Ю

ПЗХЗ

Коммунарка

## 6. Определить площадь прогнозируемой зоны химического заражения, км<sup>2</sup>

Таблица 2.2.6

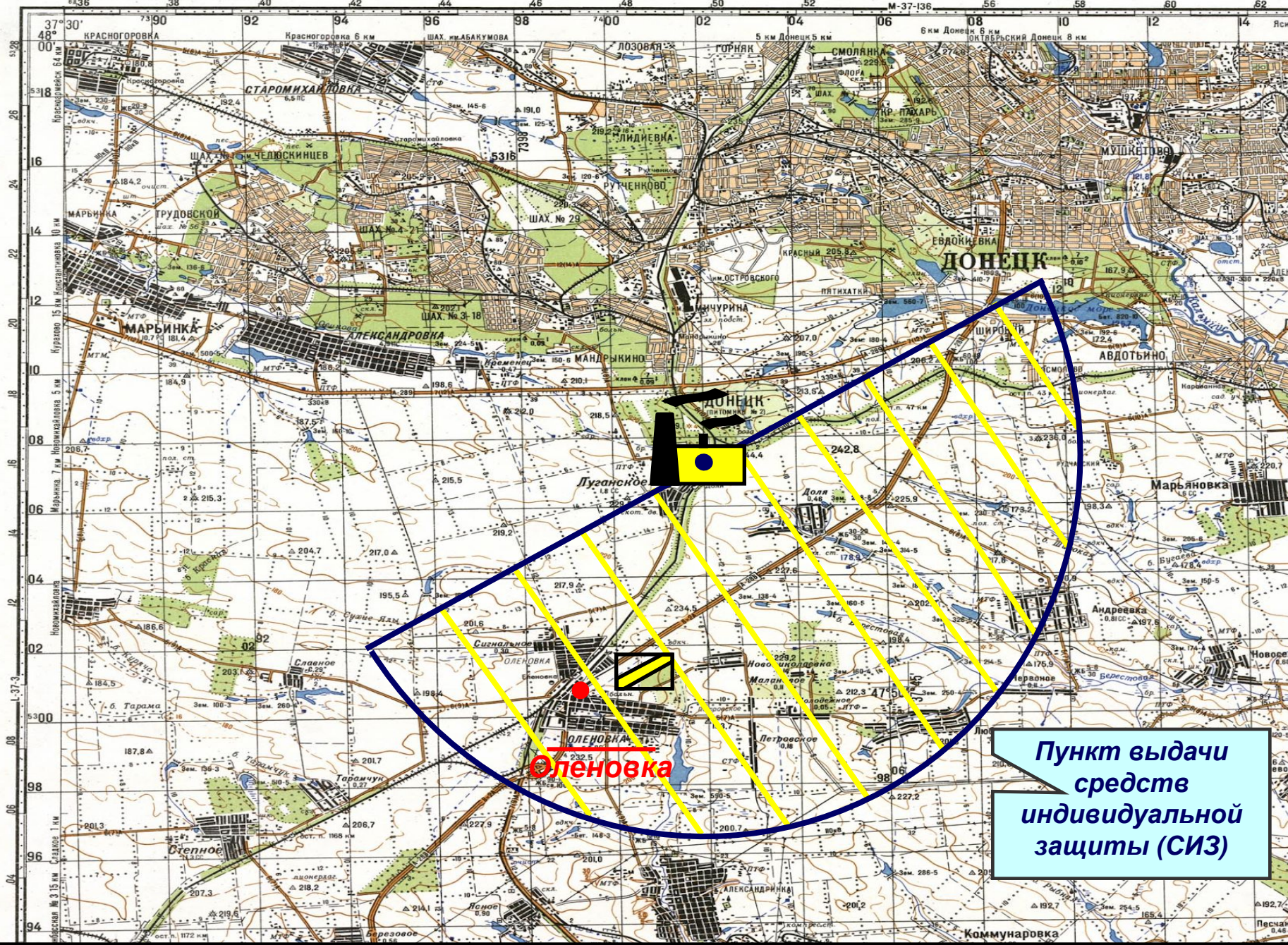
**Скорость переноса переднего фронта облака зараженного АХОВ**

| Скорость ветра, м/с            | 1                | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------------|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Скорость переноса $V_n$ , км/ч | <b>Инверсия</b>  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                | 5                | 10 | 16 | 21 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                | <b>Изотермия</b> |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                | 6                | 12 | 18 | 24 | 29 | 35 | 41 | 47 | 53 | 59 | 65 | 71 | 76 | 82 | 88 |
|                                | <b>Конвекция</b> |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                | 7                | 14 | 21 | 28 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

**облака зараженного воздуха (таблица 2.2.6), км/ч.**

**8. Нанести на схему пункт выдачи СИЗ (средств индивидуальной защиты) и подчеркнуть название населенного пункта красным цветом (исходные данные с учетом условных знаков).**





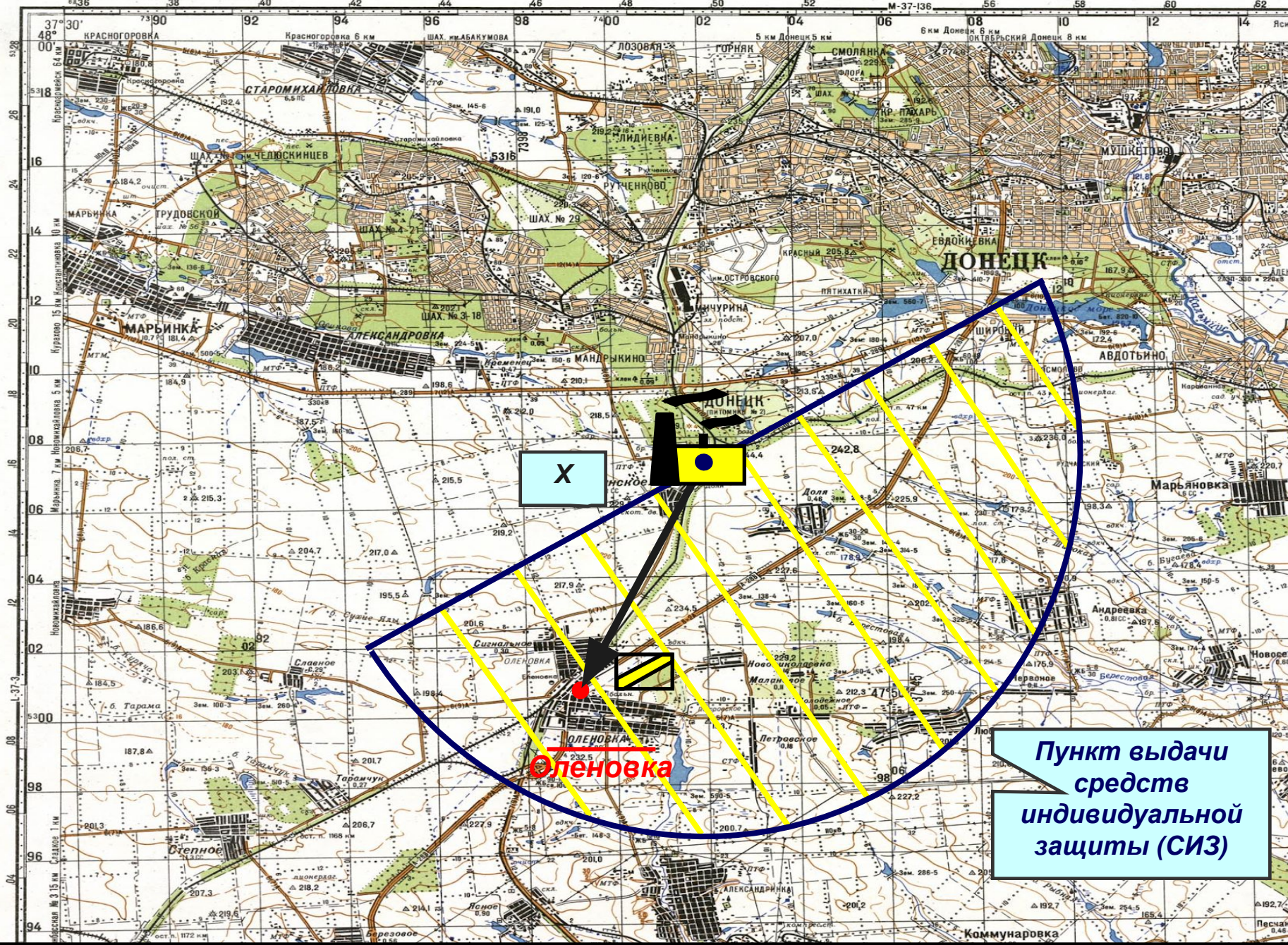
Пункт выдачи  
средств  
индивидуальной  
защиты (СИЗ)

## **9. Определить время подхода зараженного воздуха к пункту выдачи СИЗ**

$$t_{\text{СИЗ}} = \frac{X}{v_{\text{п}}}$$

**$X$  – удаление центра населенного пункта от места аварии (замеряется по схеме местности), км;**

**$v_{\text{п}}$  – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, км/ч.**



X

Оленовка

Пункт выдачи средств индивидуальной защиты (СИЗ)

**10. Нанести на схему химико-радиометрическую лабораторию и подчеркнуть название населенного пункта **красным цветом** (исходные данные с учетом условных знаков).**

**11. Нанести на схему маршрут эвакуации населения оказавшегося в зоне химического заражения (пунктирная линия **коричневого цвета** соединяющая центры пункта выдачи СИЗ и населенного пункта в котором размещена химико-радиометрическая лаборатория).**

**12. По маршруту эвакуации нанести дегазационный проход на границе зоны химического заражения (исходные данные с учетом условных знаков).**



### **13. Определить прогнозируемые потери людей в зоне химического заражения, чел.**

$$N_{\text{хим.пот.}} = N_{\text{о.х.}} \cdot \left( \frac{100 - P_{\text{сизод}}}{100} \right) \cdot \left( \frac{100 - P_{\text{скз}}}{100} \right)$$

$N_{\text{о.х.}}$  – численность населения оказавшегося в зоне химического заражения (исходные данные), чел.;

$P_{\text{сизод}}$  – процент людей, обеспеченных средствами индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) (исходные данные), %;

$P_{\text{скз}}$  – процент обеспечения населения СКЗ (средствами коллективной защиты - убежищами и укрытиями) от общего количества проживающих в населенном пункте (исходные данные), %.

**3. Прогнозирование последствий  
действия природных угроз  
(землетрясения) на людей и  
объекты**



**Таблица 5.1**

| <b>Энергия землетрясения, <math>E</math> (Дж)</b> | <b>Интенсивность землетрясения на поверхности Земли <math>J</math>, (баллы)</b> | <b>Время прихода продольных волн, <math>t_{I\phi}</math> (с)</b> | <b>Время прихода поверхностных волн, <math>t_{II\phi}</math> (с)</b> |
|---|---|--|--|
|   |   |  |  |

$$E = 10^{(5,24 + 1,44 M)}$$

**$M$  – магнитуда землетрясения (исходные данные), баллы;**



**Таблица 5.1**

| <b>Энергия землетрясения, <math>E</math> (Дж)</b> | <b>Интенсивность землетрясения на поверхности Земли <math>J</math>, (баллы)</b> | <b>Время прихода продольных волн, <math>t_{I\phi}</math> (с)</b> | <b>Время прихода поверхностных волн, <math>t_{II\phi}</math> (с)</b> |
|---|---|--|--|
|   |   |  |  |

$$J = B \cdot M - C \cdot \lg \sqrt{D^2 + H^2} + E$$

**$M$  – магнитуда землетрясения (исходные данные), баллы;**

**$D$  – эпицентральное расстояние (исходные данные), км;**

**$H$  – глубина очага (исходные данные), км;**

**$B, C, E$  – региональные константы ( $B=1,5$ ;  $C=3,5$ ;  $E=3,0$ .)**

**Таблица 5.1**

| <b>Энергия землетрясения, <math>E</math> (Дж)</b> | <b>Интенсивность землетрясения на поверхности Земли <math>J</math>, (баллы)</b> | <b>Время прихода продольных волн, <math>t_{I\phi}</math> (с)</b> | <b>Время прихода поверхностных волн, <math>t_{II\phi}</math> (с)</b> |
|---|---|--|--|
|   |   |  |  |

$$t_{I\phi} = \frac{\sqrt{D^2 + H^2}}{v_n},$$

**$D$  – эпицентральное расстояние (исходные данные), км;**

**$H$  – глубина очага (исходные данные), км;**

**$v_n$  – скорость продольных волн,  $v_n = 6,1$  км/с.**

**Таблица 5.1****Таблица 3.3**

| Тип почвы | Скорость<br>поверхностных<br>волн,<br>$v_{пов}$ (км/с) |
|-----------|--|
| Песчаная  | 1,2  |
| Глина     | 1,0  |
| Насыпная  | 0,35   |

Время  
прихода  
поверхностных  
волн,  
 $t_{I\phi}$  (с)

Время  
прихода  
поверхностных  
волн,  
 $t_{II\phi}$  (с)

$$t_{II\phi} = \frac{H}{v_{п}} + \frac{D}{v_{пов}},$$

$v_{пов}$  – скорость поверхностных волн (таблица 3.3), км/с.

**Таблица 5.2**

| Тип здания ж.с | Вероятность повреждения, $R$ | Коэффициент затрат от стоимости здания, $k_3$ | Ущерб от повреждения жилых зданий, $U_{\text{ж.зд}}$ (грн) | Объем завалов, $V_{\text{зав.ж.с}}$ ( $\text{м}^3$ ) | Стоимость разбора и вывоза завалов, $C_{\text{зав.ж.с}}$ (грн) |
|----------------|------------------------------|---|--|--|--|
|                | $d_1$                        |   |  |  |  |
|                | $d_2$                        |   |  |  |  |
|                | $d_3$                        |   |  |  |  |
|                | $d_4$                        |   |  |  |  |
|                | $d_5$                        |   |  |  |  |

**Исходные  
данные**

**Таблица 3.4.**

| <b>Тип здания</b> | <b>Степень разрушения</b> | <b>Вероятности повреждения (R) при интенсивности землетрясения J в баллах</b> |             |             |             |             |           |           |
|-------------------|---------------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
|                   |                           | <b>6</b>  | <b>7</b>    | <b>8</b>    | <b>9</b>    | <b>10</b>   | <b>11</b> | <b>12</b> |
| <b>A</b>          | $d_1$                     | <b>0,36</b>   | <b>0,13</b> | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
|                   | $d_2$                     | <b>0,12</b>   | <b>0,37</b> | <b>0,02</b> | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
|                   | $d_3$                     | <b>0,02</b>   | <b>0,34</b> | <b>0,14</b> | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
|                   | $d_4$                     | <b>0</b>  | <b>0,13</b> | <b>0,34</b> | <b>0,02</b> | <b>0</b>    | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
|                   | $d_5$                     | <b>0</b>  | <b>0,03</b> | <b>0,50</b> | <b>0,98</b> | <b>1</b>    | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| <b>Б</b>          | $d_1$                     | <b>0,09</b>   | <b>0,4</b>  | <b>0,01</b> | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
|                   | $d_2$                     | <b>0,01</b>   | <b>0,34</b> | <b>0,15</b> | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
|                   | $d_3$                     | <b>0</b>  | <b>0,13</b> | <b>0,34</b> | <b>0,02</b> | <b>0</b>    | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
|                   | $d_4$                     | <b>0</b>  | <b>0,03</b> | <b>0,34</b> | <b>0,14</b> | <b>0</b>    | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
|                   | $d_5$                     | <b>0</b>  | <b>0</b>    | <b>0,16</b> | <b>0,84</b> | <b>1</b>    | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| <b>B</b>          | $d_1$                     | <b>0,01</b>   | <b>0,36</b> | <b>0,13</b> | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
|                   | $d_2$                     | <b>0</b>  | <b>0,11</b> | <b>0,37</b> | <b>0,02</b> | <b>0</b>    | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
|                   | $d_3$                     | <b>0</b>  | <b>0,03</b> | <b>0,34</b> | <b>0,14</b> | <b>0</b>    | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
|                   | $d_4$                     | <b>0</b>  | <b>0</b>    | <b>0,13</b> | <b>0,34</b> | <b>0,03</b> | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
|                   | $d_5$                     | <b>0</b>  | <b>0</b>    | <b>0,03</b> | <b>0,50</b> | <b>0,97</b> | <b>1</b>  | <b>1</b>  |

**Таблица 5.2**

| Тип здания ж.с | Вероятность повреждения, $R$ | Коэффициент затрат от стоимости здания, $k_3$ | Ущерб от повреждения жилых зданий, $U_{\text{ж.зд}}$ (грн) | Объем завалов, $V_{\text{зав.ж.с}}$ ( $\text{м}^3$ ) | Стоимость разбора и вывоза завалов, $C_{\text{зав.ж.с}}$ (грн) |
|----------------|------------------------------|---|--|--|--|
|----------------|------------------------------|---|--|--|--|

**Таблица 3.5**

| Степень разрушения | Коэффициент затрат от стоимости здания $k_3$ |
|--------------------|--|
| $d_1$              | 0,1  |
| $d_2$              | 0,3  |
| $d_3$              | 0,5  |
| $d_4$              | 0,9  |
| $d_5$              | 1,0  |

**Таблица 3.5**

**Таблица 5.2**

| Тип здания ж.с | Вероятность повреждения, $R$ | Коэффициент затрат от стоимости здания, $k_3$ | Ущерб от повреждения жилых зданий, $U_{\text{ж.зд}}$ (грн) | Объем завалов, $V_{\text{зав.ж.с}}$ ( $\text{м}^3$ ) | Стоимость разбора и вывоза завалов, $C_{\text{зав.ж.с}}$ (грн) |
|----------------|------------------------------|---|--|--|--|
|                | $d_1$                        |   |  |  |  |

$$U_{\text{ж.зд}} = N_{\text{ж.зд}} \cdot R \cdot k_3 \cdot C_{\text{ж.зд}}$$

$N_{\text{ж.зд}}$  – количество зданий жилого сектора (исходные данные);

$R$  – вероятность разрушения;

$k_3$  – коэффициент затрат от стоимости здания;

$C_{\text{ж.зд}}$  – стоимость здания жилого сектора (исходные данные), грн.

**Таблица 5.2**

| Тип здания ж.с | Вероятность повреждения, $R$ | Коэффициент затрат от стоимости здания, $k_3$ | Ущерб от повреждения жилых зданий, $U_{ж.зд}$ (грн) | Объем завалов, $V_{зав.ж.с}$ ( $m^3$ ) | Стоимость разбора и вывоза завалов, $C_{зав.ж.с}$ (грн) |
|----------------|------------------------------|---|---|--|---|
|                | $d_1$                        |   |   |  |   |

$$V_{зав.ж.с} = \frac{a \cdot b \cdot h \cdot \gamma \cdot N_{ж.зд} \cdot (R_5 + 0,5 \cdot R_4)}{100},$$

- $\gamma$  – коэффициент объема (для жилых зданий = 40);
- $N_{ж.зд}$  – количество зданий жилого сектора (исходные данные);
- $R_5$  – вероятность разрушения  $d_5$ ;
- $R_4$  – вероятность разрушения  $d_4$ .



**Таблица 5.2**

| Тип здания ж.с | Вероятность повреждения, $R$ | Коэффициент затрат от стоимости здания, $k_3$ | Ущерб от повреждения жилых зданий, $U_{\text{ж.зд}}$ (грн) | Объем завалов, $V_{\text{зав.ж.с}}$ ( $\text{м}^3$ ) | Стоимость разбора и вывоза завалов, $C_{\text{зав.ж.с}}$ (грн) |
|----------------|------------------------------|---|--|--|--|
|                | $d_1$                        |   |  |  |  |

$$C_{\text{зав.ж.с}} = V_{\text{зав.ж.с}} \cdot C_{1\text{ж.с}}$$

$C_{1\text{ж.с}}$  – стоимость разбора и вывоза  $1\text{м}^3$  завалов для зданий жилого сектора (исходные данные), грн/ $\text{м}^3$ .

**Таблица 5.3**

| Тип здания пр.с   | Вероятность повреждения, $R$ | Коэффициент затрат от стоимости здания, $k_3$ | Ущерб от повреждения производственных зданий, $U_{\text{пр.зд}}$ (грн) | Объем завалов, $V_{\text{зав.пр.с}}$ ( $\text{м}^3$ ) | Стоимость разбора и вывоза завалов, $C_{\text{зав.пр.с}}$ (грн) |
|---|------------------------------|---|--|---|---|
|   | $d_1$                        |   |  |   |   |
|   |                              |   |  |   |   |
| <b>Расчет производственного сектора осуществляется по методике жилого сектора (таблица 2)</b> |                              |   |  |   |   |
|   | $d_5$                        |   |  |   |   |

**Таблица 5.4**

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Система</b> | <b>Устойчивость<br/>системы Q (%)</b> | <b>Величина ущерба при<br/>ремонте КЭС,</b> |
|------------------|----------------|---------------------------------------|---|
|------------------|----------------|---------------------------------------|---|

**Таблица 3.6****Устойчивость системы Q, %**

| <b>Система</b>          | <b>интенсивность землетрясения J<br/>в баллах</b> |           |           |           |           |
|-------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                         | <b>6</b>  | <b>7</b>  | <b>8</b>  | <b>9</b>  | <b>10</b> |
| <b>Водоснабжение</b>    | <b>80</b>   | <b>53</b> | <b>48</b> | <b>36</b> | <b>24</b> |
| <b>Электроснабжение</b> | <b>85</b>   | <b>75</b> | <b>60</b> | <b>43</b> | <b>32</b> |
| <b>Газоснабжение</b>    | <b>90</b>   | <b>85</b> | <b>77</b> | <b>62</b> | <b>50</b> |
| <b>Теплоснабжение</b>   | <b>85</b>   | <b>77</b> | <b>50</b> | <b>28</b> | <b>15</b> |
| <b>Транспорт</b>        | <b>90</b>   | <b>85</b> | <b>68</b> | <b>55</b> | <b>20</b> |
| <b>Канализация</b>      | <b>100</b>  | <b>90</b> | <b>82</b> | <b>55</b> | <b>45</b> |
| <b>Связь</b>            | <b>100</b>  | <b>90</b> | <b>82</b> | <b>55</b> | <b>30</b> |

**Таблица 5.4**

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Система</b>       | <b>Устойчивость<br/>системы, Q (%)</b> | <b>Величина ущерба<br/>при ремонте КЭС,<br/><math>U_{\text{КЭС}}</math> (грн)</b> |
|------------------|----------------------|--|---|
| <b>1</b>         | <b>Водоснабжение</b> |  |   |

$$U_{\text{КЭС}} = \frac{L \cdot (100 - Q) \cdot C_{i\text{КЭС}}}{100}$$

**$L$**  – протяженность КЭС по населенному пункту (исходные данные), км;

**$Q$**  – устойчивость систем жизнеобеспечения, %;

**$C_{i\text{КЭС}}$**  – стоимость ремонта 1 км КЭС (исходные данные,  $i = 1 \div 7$ ), грн/км.

**Таблица 5.5**

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <b>Суммарная величина ущерба в жилом секторе, <math>U_{\Sigma ж.с}</math> (грн)</b> | <b>Суммарная величина ущерба в производственном секторе, <math>U_{\Sigma пр.с}</math> (грн)</b> | <b>Суммарный ущерб КЭС, <math>U_{\Sigma КЭС}</math> (грн)</b> | <b>Общий ущерб от землетрясения, <math>U_{\Sigma землетр}</math> (грн)</b> |
|   |   |   |  |

$$U_{\Sigma ж.с} = \sum_{n=1}^5 U_{ж.зд_n}$$

$U_{ж.зд}$  – **ущерб от повреждения жилых зданий (таблица 5.2), грн.**

**Таблица 5.5**

| <b>Суммарная величина ущерба в жилом секторе, <math>U_{\Sigma ж.с}</math> (грн)</b> | <b>Суммарная величина ущерба в производственном секторе, <math>U_{\Sigma пр.с}</math> (грн)</b> | <b>Суммарный ущерб КЭС, <math>U_{\Sigma КЭС}</math> (грн)</b> | <b>Общий ущерб от землетрясения, <math>U_{\Sigma землетр}</math> (грн)</b> |
|---|---|---|--|
|   |   |   |  |

$$U_{\Sigma пр.с} = \sum_{n=1}^5 U_{пр.зд n}$$

$U_{пр.зд}$  – **ущерб от повреждения производственных зданий (таблица 5.3), грн.**

**Таблица 5.5**

| <b>Суммарная величина ущерба в жилом секторе, <math>U_{\Sigma ж.с}</math> (грн)</b> | <b>Суммарная величина ущерба в производственном секторе, <math>U_{\Sigma пр.с}</math> (грн)</b> | <b>Суммарный ущерб КЭС, <math>U_{\Sigma КЭС}</math> (грн)</b> | <b>Общий ущерб от землетрясения, <math>U_{\Sigma землетр}</math> (грн)</b> |
|---|---|---|--|
|   |   |   |  |

$$U_{\Sigma КЭС} = \sum_{n=1}^7 U_{КЭС n}$$

$U_{КЭС}$  – величина ущерба при ремонте КЭС (таблица 5.4), грн.

**Таблица 5.5**

| <b>Суммарная<br/>величина<br/>ущерба в<br/>жилом<br/>секторе,<br/><math>U_{\Sigma ж.с}</math> (грн)</b> | <b>Суммарная<br/>величина<br/>ущерба в<br/>производ-<br/>ственном<br/>секторе,<br/><math>U_{\Sigma пр.с}</math> (грн)</b> | <b>Суммарный<br/>ущерб КЭС,<br/><math>U_{\Sigma КЭС}</math> (грн)</b> | <b>Общий<br/>ущерб от<br/>земле-<br/>трясения,<br/><math>U_{\Sigma землетр}</math><br/>(грн)</b> |
|---|---|---|--|
|   |   |   |  |

$$U_{\Sigma землетр} = N_{\Sigma ж.с} + N_{\Sigma пр.с} + N_{\Sigma КЭС}$$



Тип здания жилого сектора исходные данные

Таблица 3.7

| Тип здания | Степень поражения людей | Вероятность потерь людей в различных типах зданий ( $R_{пот}$ ) при интенсивности землетрясения $J$ в баллах |      |      |      |      |      |      |
|------------|-------------------------|--|------|------|------|------|------|------|
|            |                         | 6  | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| А          | Общие                   | 0,004  | 0,14 | 0,70 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
|            | Безвозвратные           | 0  | 0,05 | 0,38 | 0,59 | 0,6  | 0,6  | 0,6  |
| Б          | Общие                   | 0  | 0,03 | 0,39 | 0,90 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
|            | Безвозвратные           | 0  | 0,01 | 0,18 | 0,53 | 0,6  | 0,6  | 0,6  |
| В          | Общие                   | 0  | 0    | 0,14 | 0,70 | 0,96 | 0,97 | 0,97 |
|            | Безвозвратные           | 0  | 0    | 0,05 | 0,38 | 0,59 | 0,6  | 0,6  |

**Таблица 5.6**

| Тип здания жилого сектора _____              |               |  |               |
|--|---------------|--|---------------|
| Вероятность потерь,<br>$R_{\text{пот.ж.зд}}$ |               | Потери людей в жилом секторе, $N_{\text{пот.ж.с}}$ (чел) |               |
| Общие  | Безвозвратные | Общие  | Безвозвратные |

$$N_{\text{пот.ж.с}} = N_{\text{ж.зд}} \cdot N_{\text{чел.ж.зд}} \cdot R_{\text{пот.ж.зд}}$$

$N_{\text{ж.зд}}$  – количество зданий в жилом секторе (исходные данные);

$N_{\text{чел.ж.зд}}$  – количество людей в зданиях жилого сектора (исходные данные), чел.;

$R_{\text{пот.ж.зд}}$  – вероятность потерь людей в жилом секторе в зависимости от интенсивности землетрясения.

$$N_{\text{пот.пр.с}} = N_{\text{пр.зд}} \cdot N_{\text{чел.пр.зд}} \cdot R_{\text{пот.пр.зд}}$$

$N_{\text{пр.зд}}$  – количество зданий в жилом секторе (исходные данные);

$N_{\text{чел.пр.зд}}$  – количество людей в зданиях жилого сектора (исходные данные), чел.;

$R_{\text{пот.пр.зд}}$  – вероятность потерь людей в жилом секторе в зависимости от интенсивности землетрясения.

Тип здания производственного сектора исходные данные

Вероятность потерь,  $R_{\text{пот.пр.зд}}$

Потери людей в производственном секторе,  $N_{\text{пот.пр.с}}$  (чел)

Общие

Безвозвратные

Общие

Безвозвратные

Таблица 3.7

Суммарные потери людей  $N_{\Sigma\text{пот}}$  (чел)

Общие

Безвозвратные

Определить отдельно общие потери и отдельно безвозвратные потери по формуле

$$N_{\Sigma\text{пот}} = N_{\text{пот.ж.с}} + N_{\text{пот.пр.с}}$$

$N_{\text{пот.ж.с}}$  – потери людей в жилом секторе;

$N_{\text{пот.пр.с}}$  – потери людей в производственном секторе;