



**Комплексная задача, тема: «Оценка устойчивости функционирования объекта связи (РПдЦ или СУС)»**

**доцент кафедры, КИН Матвеев Р.В.**  
Санкт-Петербург

# Последовательность выполнения задачи

**Назначение  
(выбор)  
варианта  
задания**

Определение  
общей  
характеристики  
объекта связи

Выбор исходных  
данных для  
расчета

Оценка общей  
обстановки на  
объекте связи в  
случае ЧС

Выполнение  
расчетной части  
с выводами и в  
соответствии с  
требованиями  
задания

Разработка инженерно-технических  
мероприятий (ИТМ) по повышению  
БЖД жителей н.п., персонала  
объекта и устойчивости  
функционирования элементов  
объекта и объекта в целом

**Оформление и  
индивидуальная  
защита  
комплексной  
задачи**

## Назначение (выбор) варианта задания:

- две последние цифры номера зачетной книжки (Прил.1);
- вариант карты - последняя цифра номера зачетной книжки.

## Расчеты и ИТМ по заданию:

1. Оценка безопасности жизнедеятельности людей и устойчивости функционирования объекта в случаях воздействия ударной волны, светового излучения и сейсмической волны.
2. Оценить БЖД жителей н.п., персонала объекта и устойчивость функционирования объекта связи в случае аварии на химическом предприятии.
3. Оценить БЖД жителей н.п., персонала объекта и устойчивости функционирования объекта в случае радиоактивного загрязнения местности.

| № п.п.                              | Данные для расчета   |       |                            | Номер варианта (последняя цифра номера зачетной книжки) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------|--|-------|----------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                     |  |       |                            | 1   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 0     |
| 1                                   | Число жителей в поселке № <sub>рп.</sub> чел                                     |       |                            | 350   | 450   | 550   | 400   | 500   | 600   | 400   | 550   | 450   | 350   |
| 2                                   | Обеспеченность противогазами жителей в поселке %                                 |       |                            | 75  | 60    | 65    | 55    | 75    | 65    | 45    | 55    | 60    | 75    |
| 3                                   | Предпоследняя цифра номера зачетной книжки                                       | 1,3   | Здания объекта 2-х этажные | кирп.   | кирп. | ж/б   | кирп. | кирп. | ж/б   | кирп. | ж/б   | кирп. | ж/б   |
|                                     |  | 2,4,9 | 2-х этажные                | ж/б   | ж/б   | кирп. | ж/б   | ж/б   | кирп. | кирп. | ж/б   | ж/б   | кирп. |
|                                     |  | 5,6,0 | 4-х этажные                | кирп.   | кирп. | ж/б   | кирп. | кирп. | ж/б   | ж/б   | кирп. | кирп. | ж/б   |
|                                     |  | 7,8   | 4-х этажные                | ж/б   | ж/б   | кирп. | ж/б   | ж/б   | кирп. | кирп. | ж/б   | ж/б   | кирп. |
| 4                                   | Коэффициент ослабления объекта и поселка К <sub>осл.</sub> раз                   |       |                            | 6   | 7     | 8     | 8     | 7     | 7     | 6     | 7     | 8     | 8     |
| 5                                   | Число работающих в смене № <sub>ос.</sub> чел                                    |       |                            | 50  | 55    | 70    | 50    | 45    | 75    | 55    | 60    | 55    | 60    |
| 6                                   | Количество дизельного топлива Q, т   |       |                            | 50  | 150   | 75    | 90    | 70    | 100   | 60    | 80    | 55    | 45    |
| 7                                   | Расстояние от склада ГСМ до ДЭС R <sub>2</sub> , км                              |       |                            | 0,5   | 1,5   | 0,8   | 0,7   | 0,6   | 1,2   | 0,7   | 0,8   | 0,6   | 0,5   |
| 8                                   | Количество ТНТ на складе промышленных ВВ q, кг                                   |       |                            | 45  | 40    | 35    | 30    | 45    | 40    | 30    | 45    | 40    | 35    |
| Химическое загрязнение местности    |  |       |                            |   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 9                                   | Предпоследняя цифра номера зачетной книжки                                       | 1,6   | Хлор G, т                  | 100   | 70    | 85    | 75    | 90    | 80    | 60    | 80    | 100   | 70    |
|                                     |  | 2,7   | Аммиак G, т                | 60  | 80    | 70    | 90    | 75    | 85    | 100   | 65    | 75    | 120   |
|                                     |  | 3,8   | Фосген G, т                | 70  | 100   | 80    | 60    | 85    | 70    | 75    | 85    | 65    | 80    |
|                                     |  | 4,9   | Сероводород G, т           | 85  | 75    | 90    | 85    | 60    | 80    | 100   | 70    | 65    | 75    |
|                                     |  | 5,0   | Сернистый ангидрид G, т    | 75  | 70    | 60    | 80    | 100   | 65    | 85    | 90    | 70    | 80    |
| 10                                  | Способ хранения СДЯВ в емкостях  |       |                            | н/об  | обв   | н/об  | н/об  | н/об  | н/об  | н/об  | обв   | н/об  | обв   |
| 11                                  | Скорость ветра в приземном слое V, м/с   |       |                            | 2   | 3     | 3     | 2     | 4     | 3     | 4     | 2     | 3     | 4     |
| Радиоактивное загрязнение местности |  |       |                            |   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 12                                  | Время начала облучения t <sub>н.</sub> , ч                                       |       |                            | 4   | 3     | 3     | 4     | 3     | 3     | 4     | 5     | 3     | 2     |
| 13                                  | Время работы на объекте t <sub>раб.</sub> , ч                                    |       |                            | 4   | 5     | 3     | 6     | 7     | 4     | 3     | 5     | 7     | 6     |
| 14                                  | Уровень радиоактивного облучения на время начала облучения P <sub>н.</sub> , Р/ч |       |                            | 7   | 5     | 4     | 5     | 3     | 5     | 6     | 7     | 3     | 4     |
| 15                                  | Допустимая доза облучения персонала D <sub>доп.</sub> , бэр                      |       |                            | 5   | 4     | 3     | 4     | 5     | 5     | 5     | 4     | 3     | 4     |

# Выбор карты (пример), определение н.п. и расстояний от РПдЦ до опасных объектов



н.п. Становино

$R_3 = 3,6 \text{ км}$

$R_1 = 2,8 \text{ км}$

$R_2 = 0,6 \text{ км}$  (см.  
приложение 1  
в таблице)

Сторона каждого квадрата  
карты равна 1 километру

# Выбор карты (пример), определение н.п. и расстояний от СУС до опасных объектов



Сторона каждого квадрата карты равна 1 километру

$R_2 = 0,6 \text{ км}$  (см. приложение 1 в таблице)

## **Определение общей характеристики объекта связи:**

- 1. Объект связи (РПдЦ) размещается на окраине н.п. .... , в котором проживают  $N_{np} = \dots$  человек. Жители н.п. обеспечены противогазами на ..... % (см. задание).**
- 2. Жилые дома в н.п. .... одноэтажные деревянные, 2- и 4- этажные из кирпича с  $K_{осл} = \dots$  (см. задание).**
- 3. Здания объекта связи ..... –этажные из ..... с коэффициентом ослабления  $K_{осл} = \dots$  (см. задание).**
- 4. Подвод электроэнергии к объекту связи осуществляется от ..... независимых трансформаторных подстанций на ЛЭП подземным кабелем.**
- 5. Аварийная дизель-электрическая станция (ДЭС) размещается на территории объекта в одноэтажном здании из кирпича.**
- 6. Антенные устройства смонтированы на деревянных и металлических опорах (только для РС факультета).**
- 7. Соединительные линии от УС государственной сети к РПдЦ проложены подземным кабелем (для специальности радиосвязь).**
- 8. Линии связи к СУС проложены подземным кабелем и воздушными линиями связи на деревянных опорах (для проводных специальностей).**
- 9. Дежурная смена на объекте составляет  $N_{ос} = \dots$  человек. Обеспеченность противогазами 100%.**

## Исходные данные для расчета:

1. На расстоянии  $R1 = \dots$  км от н.п. .... размещается склад промышленных взрывчатых веществ (ТНТ) с общим эквивалентным весом  $q = \dots$  кт.

2. Дизельное топливо (ГСМ) хранится в емкостях на территории объекта с общим весом  $Q = \dots$  т на расстоянии  $R2 = \dots$  км от аварийной ДЭС.

3. На расстоянии  $R3 = \dots$  км от н.п. .... расположено химическое предприятие, где хранится  $G = \dots$  т ..... с удельной плотностью  $\rho = \dots$  т/м<sup>3</sup>. ХОВ хранятся в обвалованных и не обвалованных емкостях (см. задание). Скорость ветра в приземном слое  $V = \dots$  м/с.

Примечания к п.п.1 и 3: Расстояния по карте выбираются из расчета в 1 см 500 м, т.е. карта масштаба 1: 50 000. Следовательно, каждая сторона квадрата карты равна 1000 м или 1 км.

4. В случае аварии, разрушении ядерного реактора на АЭС начало облучения следует ожидать через  $t_n = \dots$  часов после аварии. Уровень радиоактивного излучения на это время (начало облучения) составляет  $P_n = \dots$  Р/ч.

Обслуживающий персонал работает на открытой территории и в помещениях с  $K_{осл} = \dots$  в течение  $t_{раб} = \dots$  часов. Допустимая доза облучения для персонала объекта установлена региональными властями и составляет  $D_{доп} = \dots$  бэр.

Жители н.п. .... после получения сигнала оповещения «Радиационная опасность» должны находиться в жилых домах и подвальных помещениях в течение  $t_{прож} = 8$  часов



## Исходные данные для расчета (продолжение):

Примечание к п.4.:

- а). Определить дозу облучения Дobl персонала, работающего на открытой территории и в помещениях с Косл = ..... (см. задание). Сделать выводы о превышении допустимой дозы облучения Ддоп
  - б). Определить дозу облучения жителей н.п. .... за 8 часов проживания в жилых домах с учетом Косл = ..... жилых зданий. Сделать вывод о превышении допустимой дозы облучения для населения на основании требований норм радиационной безопасности НРБ – 99.
  - в). Определить дозу облучения жителей н.п. .... , проживающих в домах в течение двух суток и сделать вывод - необходима или нет эвакуация, экстренность эвакуации на основании норм НРБ – 99.
  - г). Определить дозу облучения жителей н.п. за 30 суток проживания в домах с учетом остаточной дозы облучения за 30 суток и сделать вывод нужна ли эвакуация.
  - д). Определить дозу облучения жителей н.п. за 70 лет проживания на РЗМ с учетом коэффициента ослабления и остаточной дозы облучения за 70 лет.
  - ж). Сделать вывод о возможности проживания и работы на этой территории. Можно ли сразу прекратить работу объекта связи, в каком режиме можно работать и будет ли устойчиво работать аппаратура. В случае демонтажа можно ли вывозить с РЗМ аппаратуру.
5. В районе н.п. .... и объекта возможно землетрясение с интенсивностью  $J = 5$  баллов.

## **Оценка общей обстановки на объекте связи (РПдЦ) в случае ЧС:**

**1. Методом прогнозирования определить потенциально опасные объекты на территории объекта, н.п. .... и на территории, прилегающей к объекту.**

**2. Определить возможные поражающие, опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть в случаях ЧС и дать им краткую характеристику с точки зрения воздействия на БЖД жителей н.п., персонала объекта и на устойчивость работы объекта.**

**3. Составить таблицу прочностных характеристик.**

**В таблицу 1 внести все элементы н.п....., объекта связи и прочностные характеристики (используя таблицы П.2.6, П.2.2 и П.2.7):**

- к воздействию избыточного давления во фронте ударной волны;**
- от ударного воздействия сейсмической волны;**
- к воздействию светового излучения,**

## **Выполнение расчетной части с выводами и в соответствии с требованиями задания:**

**1. Оценка безопасности жизнедеятельности людей и устойчивости функционирования объекта в случаях воздействия ударной волны, светового излучения и сейсмической волны:**

- оценка БЖД людей (жителей поселка и персонала) и устойчивости функционирования объекта в случае взрыва склада ВВ;**
- оценка БЖД людей и устойчивости функционирования объекта в случае взрыва хранилища дизельного топлива на территории объекта;**
- оценка БЖД людей и устойчивости функционирования объекта в случае землетрясения.**

**Сделать выводы по каждому пункту расчетов и разработать инженерно – технические мероприятия (ИТМ) по повышению БЖД жителей н.п., персонала объекта, элементов объекта и объекта в целом при воздействии УВ, СИ и сейсмической волны.**

## **Выполнение расчетной части с выводами и в соответствии с требованиями задания (продолжение):**

**2. Оценить БЖД жителей н.п., персонала объекта и устойчивость функционирования объекта связи в случае аварии на химическом предприятии:**

- определение параметров зоны химического заражения;**
- определение времени подхода зараженного воздуха к н.п. и объекту связи;**
- определение времени поражающего действия ядовитыми веществами;**
- определение возможных потерь среди персонала и жителей н.п.**

**Сделать выводы о потерях и возможности объекта связи продолжать свою работу.**

**Разработать ИТМ по повышению БЖД жителей н.п., персонала объекта.**

## **Выполнение расчетной части с выводами и в соответствии с требованиями задания (продолжение):**

**3. Оценить БЖД жителей н.п., персонала объекта и устойчивости функционирования объекта в случае радиоактивного загрязнения местности:**

- определение возможной дозы облучения персонала объекта, работающего на открытой территории и в помещении;**
- определение допустимого времени пребывания персонала на радиоактивно зараженной местности.**

**Сделать вывод о необходимости (или нет) эвакуации с загрязненной территории. Определить какая эвакуация требуется – экстренная или нет.**

**Определить дозу облучения жителей н.п. за 30 суток проживания на РЗМ в жилых домах и ПРУ.**

**Определить пожизненную дозу облучения населения, проживающего на РЗМ в жилых домах или ПРУ в течение 70 лет с учетом остаточной дозы облучения**

**Разработать ИТМ по повышению БЖД жителей н.п., персонала объекта связи и устойчивости функционирования объекта в случае РЗМ.**

## **Требования:**

1. Работа выполняется с использованием картографического материала.
2. В работе должны приводиться необходимые формулы, расчеты, таблицы, ссылки на литературу.
3. Каждый расчет должен заканчиваться выводами, а раздел разработкой инженерно-технических мероприятий (ИТМ) по повышению БЖД жителей н.п., персонала объекта и устойчивости функционирования элементов объекта и объекта в целом.

**(При решении задачи студенты выступают в роли главного инженера объекта связи)**

## Задача.

Оценка БЖД людей и устойчивости функционирования объекта в случаях воздействия УВ, СИ и сейсмической волны.

1. Оценить БЖД жителей н.п., персонала объекта и устойчивость функционирования объекта в случае взрыва хранилища ТНТ.

Исходные данные:  $R_1=2,5$  км (2500 м),  $q=50$  кт ( $50 \times 10^6$  кг).

Определить избыточное давление во фронте УВ  $\Delta P_{\text{фнтт}}$ :

$$\Delta P_{\text{фнтт}} = [105(q_{\text{ув}})^{1/3}]/R_1 + [410(q_{\text{ув}}^2)^{1/3}]/R_1^2 + (1370q_{\text{ув}})/R_1^3 = 20,1 \text{ кПа,}$$

где  $q_{\text{ув}} = q/2 = 50/2 = 25 \times 10^6$  кг ( $q$  – тротилловый эквивалент ТНТ), кг;

$R_1$  расстояние до эпицентра взрыва, 2500 м.

Определить величину мощности СИ в случае взрыва хранилища ТНТ, расположенного на расстоянии  $R_1$  от объекта:

$$U_{\text{тнт}} = (74q/R_1^2) x e^{-kR} = (74 \times 50/6,25) x e^{-0,25} = 461,6 \text{ кДж/м}^2$$

где  $q$  – тротилловый эквивалент, кт;  $R_1$  – расстояние до эпицентра взрыва, км;  $k$  – коэффициент ослабления СИ средой распространения (для расчетов  $k = 0,1$  1/км –наилучшие условия для распространения СИ).

**Вывод** сделать самостоятельно.

# Задача.

Оценка БЖД людей и устойчивости функционирования объекта в случаях воздействия УВ, СИ и сейсмической волны (продолжение).

2. Оценить БЖД жителей н.п., персонала объекта и устойчивость функционирования объекта в случае взрыва хранилища дизельного топлива (ГСМ) на территории объекта. Исходные данные:  $R_2 = 0,8$  км (800 м),  $Q = 100$  т (0,1 кт).

$\Delta P_{фгвс} = 233,3 / [(1 + 29,8 \kappa^3)^{1/2} - 1]$ , кПа при  $\kappa < 2$

и  $\Delta P_{фгвс} = 22 / [\kappa (\lg \kappa + 0,158)^{1/2}] = 16,2$  кПа при  $\kappa > 2$ ,

где  $\kappa = 0,014 R_2 / Q^{1/3}$  (R, м; q, т).

3.2. Определить величину мощности СИ в случае взрыва ГВС на территории объекта по формуле  $U_{гвс} = (74Q / R_2^2) \times e^{-\kappa R} = 10,61$ , кДж/м<sup>2</sup>, где Q – масса ГСМ, кт;  $R_2$  – расстояние до эпицентра взрыва, км;  $\kappa$  – коэффициент ослабления СИ средой распространения  $\kappa = 0,1$  1/км.

**Вывод** сделать самостоятельно.

3. Оценить БЖД жителей н.п., персонала объекта и устойчивость функционирования объекта в случае землетрясения с интенсивностью J = 5 баллов (по табл. П.2.2 соответствует 10 кПа).

**Вывод** сделать самостоятельно.

4. Разработать инженерно – технические мероприятия (ИТМ) по повышению БЖД жителей н.п., персонала объекта, элементов объекта и объекта в целом при воздействии УВ, СИ и сейсмической волны.

**Разработать самостоятельно, используя литературу.**



## **Задача.** Оценить БЖД жителей н.п., персонала объекта и устойчивость функционирования объекта связи в случае аварии на химическом предприятии

В результате аварии на химическом предприятии произошел вылив аммиака на территорию, в результате которого произошло заражение окружающей среды и возможно поражение работников предприятия связи и жителей н.п..

В результате прогнозирования и оценки химической обстановки необходимо **определить:**

- параметры зоны химического заражения – площадь разлива аммиака, глубину и ширину зоны химического заражения,
- время подхода зараженного воздуха к предприятию связи,
- время поражающего действия ОВ,
- возможные потери среди работников предприятия связи и в населенном пункте.

Число жителей в н.п.  **$N_{рп} = 450$  чел.** Число работающих в смене на предприятии связи  **$N_{осн.} = 50$  чел.** (из общего числа жителей н.п.).

Обеспеченность средствами индивидуальной защиты органов дыхания населения в н.п. – **60 %**, на предприятии связи – **100 %**.

Предприятие находится на расстоянии  **$R = 3,5$  км** от химического объекта.

На химическом объекте находится аммиак в количестве  **$G = 100$  т.**

Способ хранения аммиака – **н/об** (в необвалованной емкости).

Скорость ветра в приземном слое составляет  **$V = 2$  м/с.**

# Определение параметров зоны химического заражения

**Определение площади и радиуса разлива аммиака** вычисляется используя выражение  $S_p = G / (\rho \times d) = 100 / (0,68 \times 0,05) = 2941 \text{ м}^2 \approx 3000 \text{ м}^2$ , где:

$G$  – масса аммиака, т,

$\rho$  – удельная плотность ОВ, т/м<sup>3</sup> (табл. П.2.3),

$d$  – толщина слоя разлива ОВ, м (для необвалованных емкостей  $d = 0,05$  м, для обвалованных емкостей  $d = 0,45 - 0,5$  м).

Следовательно, при разливе аммиака массой 100 т из необвалованных емкостей площадь разлива аммиака составит около 3000 м<sup>2</sup>.

В параметры зоны вылива ОВ входят его длина  $L$  и ширина  $b$ , а в идеальном случае разлив происходит по окружности с радиусом  $r_p$ , м.  $r_p = \sqrt{S / \pi} = 31 \text{ м}^2$ .

Длина  $L$  и ширина  $b$  зоны вылива равна  $2 r_p$ , следовательно,  $L = b = 62 \text{ м}$ .

**Таблица П.2.3**

**Глубина распространения облака, зараженного ОВ,  
на открытой местности, емкости необвалованы,  
скорость ветра в приземном слое 1 м/с, изотермия**

| Наименование АХОВ  | Удельная плотность $\rho$ , т/м <sup>3</sup> | Количество АХОВ в емкости, т |      |      |            |      |
|--------------------|--|------------------------------|------|------|------------|------|
|                    |  | 25                           | 50   | 75   | 100        | 150  |
| Хлор               | 1,56   | 11,5                         | 16,0 | 19,0 | 21,0       | 25,0 |
| Фосген             | 1,42   | 11,5                         | 16,0 | 19,0 | 21,0       | 25,0 |
| <b>Аммиак</b>      | <b>0,68</b>                                  | 1,3                          | 1,9  | 2,4  | <b>3,0</b> | 3,8  |
| Сернистый ангидрид | 1,46   | 1,4                          | 2,0  | 2,5  | 3,5        | 4,5  |
| Сероводород        | 0,98   | 2,5                          | 4,0  | 5,0  | 8,8        | 10,2 |

### **Примечания к табл. П.2.3.**

**1. Глубина распространения облака при инверсии будет примерно в 5 раз больше, а при конвекции – в 5 раз меньше, чем при изотермии.**

**2. Глубина распространения облака на зараженной территории (в населенных пунктах со сплошной застройкой, в лесных массивах) будет примерно в 3,5 раза меньше, чем на открытой местности при соответствующей степени вертикальной устойчивости воздуха и скорости ветра.**

**3. Для обвалованных емкостей с АХОВ глубина распространения облака уменьшается в 1,5 раза.**

**4. При скорости ветра более 1 м/с вводятся поправочные коэффициенты:**

| Степень вертикальной устойчивости воздуха | Скорость ветра, м/с |            |      |      |      |      |
|---|---------------------|------------|------|------|------|------|
|   | 1                   | 2          | 3    | 4    | 5    | 6    |
| <b>Инверсия</b>                           | 1,0                 | <b>0,6</b> | 0,45 | 0,38 | –    | –    |
| <b>Изотермия</b>                          | 1,0                 | <b>0,7</b> | 0,55 | 0,50 | 0,45 | 0,41 |
| <b>Конвекция</b>                          | 1,0                 | <b>0,7</b> | 0,62 | 0,55 | –    | –    |

## **Определение глубины зоны химического заражения**

Определение глубины зоны химического заражения  $\Gamma$  производится с использованием табл. П.2.3 и примечаний к ней. Рассматриваются глубины зоны химического заражения для случаев вертикальной устойчивости воздуха – инверсия, изотермия и конвекция.

Из табл. П.2.3 следует, что при скорости приземного ветра 1 м/с глубина зоны химического заражения будет:

- при изотермии  $\Gamma_{\text{изот}} = 3$  км,
- при инверсии  $\Gamma_{\text{инв}} = 3 \times 5 = 15$  км (прим. 1 к табл. П.2.3),
- при конвекции  $\Gamma_{\text{конв}} = 3/5 = 0,6$  км (прим. 1 к табл. П.2.3).

Учитывая поправочные коэффициенты к табл. П.2.3 при определении глубины распространения облака, зараженного ОВ, при скорости ветра более 1 м/с находим глубины зоны химического заражения при скорости приземного ветра 2 м/с:

- при изотермии  $\Gamma_{\text{изот}} = 3 \times 0,7 = 2,1$  км,
- при инверсии  $\Gamma_{\text{инв}} = 15 \times 0,6 = 9,0$  км,
- при конвекции  $\Gamma_{\text{конв}} = 0,6 \times 0,7 = 0,42$  км.

## Определение ширины зоны химического заражения

Ширина зоны химического заражения  $Ш$  зависит от глубины распространения зараженного воздуха  $\Gamma$  и определяется по формулам:

– ширина зоны при изотермии  $Ш_{изот} = \Gamma_{изот} \times 0,15 = 2,1 \times 0,15 = 0,315$  км,

– ширина зоны при инверсии  $Ш_{инв} = \Gamma_{инв} \times 0,03 = 9,0 \times 0,03 = 2,7$  км,

– ширина зоны при конвекции  $Ш_{конв} = \Gamma_{конв} \times 0,8 = 0,42 \times 0,8 = 0,34$  км.

**Вывод:** из рассмотрения зон химического заражения для различных случаев вертикальной устойчивости воздуха видим, что наиболее опасным случаем является инверсия.

Ширина зоны химического заражения при инверсии составит 1,35 км, что при благоприятных условиях (достаточного времени до подхода зараженного облака к предприятию) делает возможной эвакуацию (выведение) людей за пределы зоны химического заражения на расстояние половины ширины. т. е. на 700–750 м.

# Оформление карты (пример)



## Определение времени подхода зараженного облака к предприятию связи

Определение времени подхода зараженного облака, мин, к предприятию производится по формуле  $t_{\text{подх}} = R_3 / (V_{\text{ср}} \times 60) = 3500 / (60 \times 3) = 19,4$  мин.,

где  $R_3$  – расстояние от места разлива АХОВ, м,  $R_3 = 3500$  м (по условию), 60 – множитель для перевода секунд в минуты,  $V_{\text{ср}}$  – средняя скорость переноса зараженного воздуха воздушным потоком, м/с.

Средняя скорость ветра отличается от скорости ветра в приземном слое, так как с увеличением расстояния воздух поднимается и скорость перемещения зараженного воздуха увеличивается и определяется

$$V_{\text{ср}} = 1,5 \times V = 1,5 \times 2 \text{ м/с (по условию)} = 3 \text{ м/с.}$$

Множители выбираются в зависимости от расстояния. При расстоянии до точки наблюдения менее 10 км выбирается множитель 1,5, а при более 10 км – 2,0.



В нашем случае  $R = 3,5 \text{ км} < 10 \text{ км}$ , поэтому выбираем множитель 1,5, а при скорости ветра в приземном слое 2 м/с средняя скорость ветра будет 3 м/с.

Таким образом, время подхода зараженного облака к объекту составит  $t_{\text{подх}} = 19 \text{ мин.}$

**Вывод.**

За время подхода зараженного облака к предприятию связи, равное 19 мин, при хорошо организованном оповещении о химической опасности можно подготовить работников к необходимости нахождения в химически опасной зоне, а также этого времени достаточно, чтобы работников вывести за пределы опасной зоны (при скорости передвижения пешехода 4–5 км/ч возможно за 19 мин преодолеть расстояние около 1500 м, что в 2 раза превышает половину ширины зоны химического заражения т. е. на 700–750 м).

## **Определение времени поражающего действия ОВ**

Для определения времени поражающего действия ОВ (аммиака) воспользуемся табл. П.2.4 и примечанием к ней.

Из табл. П.2.4 определяем время испарения аммиака из необвалованной емкости при скорости ветра 1 м/с.

$t_{\text{исп}} = t_{\text{пораж}} = 1,2 \text{ ч.}$

Используя таблицу в примечании к табл. П2.4 при скорости ветра 2 м/с

$t_{\text{исп}} = t_{\text{пораж}} = 1,2 \text{ ч} \times 0,7 = 0,84 \text{ ч} = 50 \text{ мин.}$

### ***Вывод.***

Через 50 мин после начала химического заражения на предприятии связи уровень химического заражения должен уменьшиться до нормального. Но перед возвращением работников из места временного размещения вне зоны химического заражения (или выхода из герметизированных помещений на предприятии) следует провести химическую разведку местности и помещений и при необходимости провести их дегазацию силами нештатных аварийно-спасательных формирований предприятия связи.

## Таблица П.2.4

### Время испарения СДЯВ, ч, при скорости ветра 1 м/с

| Наименование АХОВ  | Вид хранения АХОВ      |                      |
|--------------------|------------------------|----------------------|
|                    | Необвалованные емкости | Обвалованные емкости |
| Хлор               | 1,3                    | 22                   |
| Фосген             | 1,4                    | 23                   |
| <b>Аммиак</b>      | <b>1,2</b>             | 20                   |
| Сернистый ангидрид | 1,3                    | 20                   |
| Сероводород        | 1,0                    | 19                   |

**Примечание:** при скорости ветра более 1 м/с вводятся поправочные коэффициенты:

| Скорость ветра, м/с            | 1   | 2          | 3    | 4    | 5    | 6    |
|--------------------------------|-----|------------|------|------|------|------|
| <b>Поправочный коэффициент</b> | 1,0 | <b>0,7</b> | 0,55 | 0,43 | 0,37 | 0,32 |

## Определение возможных потерь среди работников предприятия связи

Для определения возможных потерь среди работников предприятия воспользуемся данными табл. П.2.5.

**Таблица 2.9**

**Возможные потери людей от АХОВ в очаге поражения, %**

| Условия расположения людей                                   | Обеспеченность людей СИЗ органов дыхания, % |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|--|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
|  | 0   | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| На открытой местности  | 90–100                                      | 75 | 65 | 58 | 50 | 40 | 35 | 25 | 18 | 10  |
| В простейших укрытиях, в герметизированных помещениях зданий | 50  | 40 | 35 | 30 | 27 | 22 | 18 | 14 | 9  | 4   |

**Примечание.** Ориентировочная структура потерь людей в очаге поражения от АХОВ составляет:

- поражения легкой степени – **25 %**,
- средней и тяжелой степени – **40 %**,
- со смертельным исходом – **35 %**.

Из табл. П.2.5 видно, что потери П работников при их обеспеченности средствами индивидуальной защиты органов дыхания от аммиака на 100 % (по условию) возможные потери в помещениях здания – 4 %.

При численности работающей смены на предприятии связи  $N_{осн.} = 50$  чел. общие потери составят  $P = 50 \text{ чел.} \times 0,04 = 2 \text{ чел.} (4 \%)$ .

Потери на предприятии связи по степени тяжести распределится следующим образом (согласно примечания к табл. П.2.5):

- поражения легкой степени –  $2 \text{ чел.} \times 0,25 = 0,5 \approx 1 \text{ чел.};$
- поражения средней и тяжелой степени –  $2 \text{ чел.} \times 0,4 = 1 \text{ чел.};$
- поражения со смертельным исходом –  $2 \text{ чел.} \times 0,35 = 0,75 \approx 1 \text{ чел.}$

Из табл. П.2.5 видно, что потери П жителей в н.п. при их обеспеченности средствами индивидуальной защиты органов дыхания от аммиака на 60 % (по условию) возможные потери – 40 %.

При численности жителей  $N_{жит} = N_{рп} - N_{осн.} = 450 - 50 = 400 \text{ чел.}$  общие потери составят  $P = 400 \text{ чел.} \times 0,4 = 160 \text{ чел.} (40 \%)$ .

Потери жителей в н.п. по степени тяжести распределится следующим образом (согласно примечания к табл. П.2.5):

- поражения легкой степени –  $160 \text{ чел.} \times 0,25 = 40 \text{ чел.};$
- поражения средней и тяжелой степени –  $160 \text{ чел.} \times 0,4 = 64 \text{ чел.};$
- поражения со смертельным исходом –  $160 \text{ чел.} \times 0,35 = 56 \text{ чел.}$

## **Вывод.**

**Общие потери при воздействии химического заражения от аммиака на предприятии связи составят 2 чел. При этом 1 чел. получит поражения легкой степени, и ему окажут первую помощь непосредственно на предприятии связи; 1 чел. получит поражения средней и тяжелой степени – ему необходимо оказание первой помощи в лечебных учреждениях; 1 чел. получит поражения, приводящие к смертельному исходу. На предприятии связи останутся работоспособными 48 чел., которые должны провести мероприятия по ликвидации последствий химического заражения и продолжить производственную деятельность.**

**Потери жителей в н.п. при их обеспеченности средствами индивидуальной защиты органов дыхания от аммиака на 60 % составят 40 %, из 400 человек находящихся в н.п. поражения получат 160 чел.**

**Возможные потери жителей в н.п. по степени тяжести распределится следующим образом:**

- поражения легкой степени – 40 чел.;**
- поражения средней и тяжелой степени – 64 чел.;**
- поражения со смертельным исходом – 56 чел.**

## **Разработка ИТМ по повышению БЖД персонала и жителей н.п. в случае химического заражения местности**

**На объекте связи и в населенном пункте периодически проводить проверки системы оповещения. Довести обеспеченность населения средствами индивидуальной защиты до 100%. Организационные мероприятия проводить на объектах заблаговременно, основными из них являются:**

- контроль химической обстановки в повседневных условиях;**
- организация системы оповещения работников и населения в случае аварии и периодическая ее проверка;**
- обеспечение работников средствами индивидуальной защиты и в первую очередь наибольшей работающей смены, содержание их в постоянной готовности;**
- заблаговременное прогнозирование зон возможного загрязнения ОВ по реальным метеоданным (направление и скорость ветра в приземном слое атмосферы измеряется не менее 2 раз в сутки);**
- организация укрытия в защитных сооружениях, имеющихся на предприятии, или эвакуация рабочих, служащих и населения при необходимости.**

## ЗАДАЧА

Оценить БЖД жителей н.п., персонала объекта и устойчивости функционирования объекта в случае радиоактивного загрязнения местности

В результате аварии на АЭС произошел выброс радиоактивных веществ в окружающую среду и в районе объекта может сложиться радиационная обстановка, обусловленная радиоактивным загрязнением местности.

В результате прогнозирования радиационной обстановки известно, что радиоактивные осадки на объекте следует ожидать через 4 часа после аварии на АЭС и уровень радиоактивного излучения на время начала облучения составит 4 Р/ч. Допустимая доза облучения открыто расположенного персонала объектов составляет 7 бэр. Время работы персонала на объекте для проведения подготовительных мероприятий составит 6 ч.

### *Определить:*

- возможную дозу облучения персонала объекта, работающего на открытой территории и в помещениях,
- допустимое время пребывания персонала на радиоактивно загрязненной местности,
- инженерно-технические мероприятия по повышению БЖД персонала в случае радиоактивного загрязнения местности.

### *Условие:*

$$t_n = 4 \text{ ч}$$

$$P_n = P_4 = 4 \text{ Р/ч}$$

$$t_{\text{раб}} = 6 \text{ ч}$$

$$D_{\text{доп. помещ.}} = 5 \text{ бэр (задано)}$$

$$D_{\text{доп. откр.}} = 7 \text{ бэр (по нормам)}$$



# Определение уровня радиоактивного излучения на 1 час после аварии на АЭС

Используя выражение

$$P_1 = \frac{P_4}{K_{n4}} = \frac{4}{0,575} = 6,96 \text{ Р/ч,}$$

$K_{n4} = t^{-0,4}$  – коэффициент, который можно получить из табл., и равен  $K_{n4} = 0,575$ .

Коэффициент пересчета уровней радиоактивного излучения  $K_p$  на различное время  $t$  после аварии на АЭС при  $n = 0,4$

| Время после аварии, $t$ , ч | $K_{n4} = t^{-0,4}$ | Время после аварии, $t$ , ч | $K_{n4} = t^{-0,4}$ | Время после аварии, $t$ , ч | $K_{n4} = t^{-0,4}$ |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
| 0,5                         | 1,320               | 4,5                         | 0,545               | 12,0                        | 0,370               |
| 1,0                         | 1,000               | 5,0                         | 0,525               | 20,0                        | 0,303               |
| 1,5                         | 0,850               | 5,5                         | 0,508               | 24,0                        | 0,282               |
| 2,0                         | 0,760               | 6,0                         | 0,490               | 48,0                        | 0,213               |
| 2,5                         | 0,700               | 6,5                         | 0,474               | 72,0                        | 0,182               |
| 3,0                         | 0,645               | 7,0                         | 0,465               | 96,0                        | 0,162               |
| 3,5                         | 0,610               | 7,5                         | 0,447               | 120,0                       | 0,146               |
| 4,0                         | 0,575               | 8,0                         | 0,434               | 144,0                       | 0,137               |

Так как уровень радиоактивного излучения на 1 ч после аварии составляет 6,96 Р/ч видно, что объект находится в зоне «Радиоактивной опасности «М» (расстояние от АЭС до объекта от 75 до 270 км).

## Определение возможной дозы облучения персонала объекта, работающего на открытой территории и в помещениях

Облучение начнется через 4 ч после аварии, а время работы персонала 6 ч. Поэтому конец радиоактивного облучения для работающих наступит через  $t_n + t_{\text{раб}} = 10$  ч.

Определим уровень радиоактивного облучения в конце облучения:  
 $P_k = P_{10} = P_4 * K_{n10} / K_{n4} = 4 * 0,410 / 0,575 = 4,96$  Р/ч.

Доза радиоактивного облучения персонала, работающего на открытой территории, определяется как  $\text{Добл.откр} = 1,7(P_k * t_k - P_n * t_n) / K_{\text{осл}} = 1,7(4,96 * 10 - 4 * 4) / 1 = 57,12$  бэр, где  $K_{\text{осл}}$  – коэффициент ослабления радиоактивного облучения на открытой территории,  $K_{\text{осл.откр}} = 1$ .

Доза радиоактивного облучения персонала, работающего в служебных помещениях, определяется как  $\text{Добл.пом} = \text{Добл.откр} / K_{\text{осл.пом}} = 57,12 / 30 = 1,9$  бэр, где  $K_{\text{осл.пом}}$  – коэффициент ослабления радиоактивного облучения в служебных помещениях  $K_{\text{осл.пом}} = 30$ .

**Вывод:** на открытой территории за 6 ч. персонал получает радиоактивное облучение 57,12 бэр, что превышает допустимую дозу радиоактивного облучения 7 бэр в 8,2 раза. Рабочая смена в служебных помещениях, получит радиоактивное облучение 1,9 бэр, что не превышает допустимую дозу радиоактивного облучения 5 бэр.

# Определение допустимого времени пребывания персонала на радиоактивно загрязненной местности

Определим время пребывания персонала на открытой территории, используя табл., для которой необходимо определить коэффициент А по формуле  $A_{откр} = P_n / D_{доп.откр} * K_n * K_{осл.откр} = 4/7 * 0,575 * 1 = 0,99$ .

| А   | Время, прошедшее с момента аварии до начала облучения, $t_n$ , ч |      |       |       |       |       |       |  |
|-----|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
|     | 1  | 2    | 3     | 4     | 6     | 8     | 12    |  |
| 0,2 | 7,30   | 8,35 | 10,00 | 11,30 | 12,30 | 14,00 | 16,00 |  |
| 0,3 | 4,50   | 5,35 | 6,30  | 7,10  | 8,00  | 9,00  | 10,30 |  |
| 0,4 | 3,30   | 4,00 | 4,35  | 5,10  | 5,50  | 6,30  | 7,30  |  |
| 0,5 | 2,45   | 3,05 | 3,35  | 4,05  | 4,30  | 5,00  | 6,00  |  |
| 0,6 | 2,15   | 2,35 | 3,00  | 3,20  | 3,45  | 4,10  | 4,50  |  |
| 0,7 | 1,50   | 2,10 | 2,30  | 2,40  | 3,10  | 3,30  | 4,00  |  |
| 0,8 | 1,35   | 1,50 | 2,10  | 2,25  | 2,45  | 3,00  | 3,30  |  |
| 0,9 | 1,25   | 1,35 | 1,55  | 2,05  | 2,25  | 2,40  | 3,05  |  |
| 1,0 | 1,15   | 1,30 | 1,40  | 1,55  | 2,10  | 2,20  | 2,45  |  |

Из табл. видно, что работа на открытой территории возможна продолжительностью  $T_{доп.откр} = 1,6$  ч.

# Определение допустимого времени пребывания персонала на радиоактивно загрязненной местности

Аналогично определяется время нахождения персонала в помещениях  $A_{\text{пом}} = R_k / D_{\text{доп.пом}} * K_n^4 * K_{\text{осл.}}$

$$A_{\text{пом}} = 4,96/5 * 0,575 * 30 = 0,06$$

Из табл. видно, что работа в помещениях возможна продолжительностью  $T_{\text{доп.пом}} > 11,3$  ч.

## Выводы

1. На открытой территории первой смене можно работать не более 2 ч (требования НРБ – первой смене всегда разрешено работать на открытой территории не более 2 ч). Затем персонал необходимо укрыть в загерметизированных служебных помещениях или ПРУ.
2. В служебных помещениях с  $K_{\text{осл. пом}} = 30$  возможно нахождение персонала более 11 ч. Работа персонала на открытой территории производится посменно. Необходим жесткий график работы всех смен с учетом возможной дозы радиоактивного облучения.

## **Разработка ИТМ по повышению БЖД персонала и жителей н.п. в случае радиоактивного загрязнения местности**

На объекте связи и в населенном пункте периодически проводить проверки системы оповещения. Организовать радиационное наблюдение и контроль. Готовить Формирования к проведению поисково-спасательных и других неотложных работ. Назначить транспорт для эвакуации людей.

Для защиты людей необходимо довести наличие средств индивидуальной защиты (противогазов, камер защитных детских - КЗД) до 100%, оборудовать средства коллективной защиты (убежищ и противорадиационных укрытий - ПРУ). В качестве средств коллективной защиты в населенном пункте оборудовать к использованию подвальные помещения многоэтажных зданий, переоборудовать их в убежища с фильтровентиляционными установками и хорошо изолировать от внешней среды.

Для повышения устойчивости функционирования объекта связи предусматривать возможность перевода аппаратуры в режим без обслуживания или работу сокращенными сменами. В аппаратных залах (цехах) оборудовать небольшие (мини-) убежища на 2-4 человека с возможностью визуального, электрического контроля за работой РЭА и возможностью выхода через тамбур в защитной одежде и СИЗ в зал (цех).

Радиационную защиту РЭА обеспечить путем применения экранировки из поглощающих материалов либо таким размещением элементов и узлов аппаратуры, при котором наиболее радиационно-стойкие и массивные защищают другие, менее стойкие к радиации узлы и элементы РЭА.

**Примечание к комплексной задаче.**

**Дозы облучения за 30 суток и 70 лет определить самостоятельно (перевести 30 суток и 70 лет в часы).**

**Сделать выводы.**

**Спасибо за внимание!**