

Кафедра Гражданской защиты  
(в составе учебно-научного комплекса гражданской защиты)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по учебной дисциплине «Государственный надзор в области гражданской  
обороны»

**Контрольная работа**  
«Расчет запаса сжатого воздуха  
для защитного сооружения гражданской обороны»  
(наименование темы занятия)

*Для обучающихся института заочного и дистанционного обучения*  
квалификация **«Пожарная безопасность»**  
уровень **специалитета**

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник кафедры ГЗ (в составе УНК ГЗ)  
подполковник внутренней службы

А.Г. Заворотный  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

**ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
преподавателю по подготовке и проведению занятия**

по учебной дисциплине «Государственный надзор в области гражданской  
обороны»

**Контрольная работа**  
«Расчет запаса сжатого воздуха  
для защитного сооружения гражданской обороны»  
(наименование темы занятия)

Разрешаю к использованию в 201\_\_ – 201\_\_ учебном году  
Начальник кафедры ГЗ УНК ГЗ

---

(специальное звание, подпись, инициал имени и фамилия)  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Разрешаю к использованию в 201\_\_ – 201\_\_ учебном году  
Начальник кафедры ГЗ УНК ГЗ

---

(специальное звание, подпись, инициал имени и фамилия)  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Разрешаю к использованию в 201\_\_ – 201\_\_ учебном году  
Начальник кафедры ГЗ УНК ГЗ

---

(специальное звание, подпись, инициал имени и фамилия)  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Цель занятия:

- выработка практических умений и приобретение навыков при решении задач обучающимися по расчету запаса сжатого воздуха для защитного сооружения гражданской обороны;
- прививать обучающимся навыки в поиске, обобщении и изложении учебного материала;
- воспитание у обучающихся чувства ответственности и аккуратности при проведении расчётов и оформлении их результатов.

Литература

I. Основная:

1. Подставков В.П., Круглов А.В., Фирсов А.В. Государственный надзор в области гражданской обороны: курс лекций (для обучающихся факультета пожарной безопасности). - М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. – 315 с.

2. Государственный надзор в области гражданской обороны: Рабочая программа. Направление подготовки 20.05.01 – «Пожарная безопасность». /Сост. А.Г. Заворотный, В.П. Подставков, А.В. Круглов. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. – 55 с.

II. Дополнительная:

3. Федеральный закон № 28 от 12.02.98. «О гражданской обороне» (с изменениями и дополнениями).

9. СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Актуализированная редакция СНиП 2.01.51-90».

10. СП 88.13330.2014 Защитные сооружения гражданской обороны. Актуализированная редакция СНиП II-11-77\*.

11. Справочная система Консультант Плюс: <http://www.consultant.ru/>

## ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Занятие проводится с целью выработки практических умений и приобретения навыков обучающимися в решении задач по теме «Контрольная работа «Расчет запаса сжатого воздуха для защитного сооружения гражданской обороны».

Занятие проводится методом решения задач обучающимися индивидуально в соответствии с методикой расчета запаса сжатого воздуха для укрываемых (приложение 2).

Задание, которое предстоит выполнить обучающимся приведено в приложении 4, расчетные методики запаса сжатого воздуха в приложении 2, примеры проведения расчетов приведены соответственно в приложении 3.

Обучающиеся самостоятельно выполняют контрольную работу согласно выданного задания.

Результаты выполнения работы оформляются в электронном виде в формате документа MS Word, с титульным листом (приложение 1) и

содержанием. После титульного листа размещается текстовая часть задания, оформляемые в виде пояснительной записки и приложений. Работа подписывается исполнителем. Последним листом оформляется список используемых источников литературы.

В случае неудовлетворительной оценки обучающийся обязан исправить работу и представить её преподавателю. Обучающиеся, которые не выполнили контрольную работу, не допускаются к сдаче промежуточной аттестации.

Исходные данные для выполнения данной работы берутся из приложения № 4.

**НОМЕР ВАРИАНТА ЗАДАНИЯ ВЫБИРАЕТСЯ ПУТЕМ СЛОЖЕНИЯ ДВУХ ПОСЛЕДНИХ ЦИФР НОМЕРА ЗАЧЕТНОЙ КНИЖКИ**

### УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Защитные сооружения гражданской обороны (далее - ЗС ГО) предназначены для защиты людей от современных средств поражения. Они подразделяются на убежища и укрытия. Убежищем называется защитное сооружение герметического типа, обеспечивающее защиту укрываемых в нем людей от всех поражающих факторов ядерного взрыва, а также от отравляющих веществ, бактериальных средств, высоких температур и вредных газов в зоне пожаров. Убежища ослабляют радиоактивные излучения в 1000 и более раз. Они оборудованы комплексом инженерных систем, обеспечивающих необходимые условия жизнедеятельности в течение установленного времени. Укрытием населения в ЗС ГО является одним из основных и, в ряде случаев, наиболее надежным способом защиты населения, особенно в условиях военного времени и при авариях, связанных с вредными выбросами радиоактивных веществ и АХОВ.

Убежища обычно имеют следующие помещения:

- помещение для размещения людей;
- шлюзовые камеры;
- фильтровентиляционную систему;
- помещение для дизельной электростанции;
- кладовую для продуктов питания;
- санитарный узел (мужской и женский), состоящий из умывальника и туалета;
- медицинскую комнату.

Помещение может быть разделено на отсеки. Их размеры и количество определяются из расчета не менее  $1,5 \text{ м}^3$  внутреннего объема и не менее  $0,5 \text{ м}^2$  площади на одного укрываемого. Высота помещения должна быть не менее 2,2 м.

В отсеках оборудованы двух- или трехъярусные нары-скамьи для сидения и полки для лежания. Места для сидения имеют размер  $0,45 \times 0,45 \text{ м}$ ,

а для лежания 0,55x1,8 м. Убежища обычно имеют не менее двух входов, расположенных в противоположных сторонах. Входы в убежище оборудуются в большинстве случаев в виде шлюзовых камер (тамбуров). Снаружи входа устраивается прочная защитно-герметическая дверь, способная выдержать давление ударной волны ядерного взрыва. Внутренняя дверь делается герметичной. Аварийный выход представляет собой подземную галерею с выходом на незаваливаемую территорию через вертикальную шахту, заканчивающуюся прочным оголовком. Незаваливаемой считается территория, расположенная на расстоянии от окружающих зданий, равном половине высоты ближайшего здания плюс 3 м. Аварийный выход закрывается защитно-герметическим ставнями для защиты от ударной волны.

Обычно убежища оснащаются вентиляторами с электроприводом. В небольших убежищах фильтровентиляционные установки оснащаются вентилятором с электроручным приводом.

Если убежище расположено в пожароопасном районе или в районе возможной загазованности аварийно химически опасными веществами, предусматривается режим изоляции и регенерации (т.е. восстановление газового состава воздуха).

Степень герметизации убежищ характеризуется давлением воздуха внутри убежища: оно должно обеспечить не менее 10 мм вод. ст., а в пожароопасных местах – 30 мм вод. ст. и защиту людей от угарного газа. На всех воздухозаборах и воздуховыбросах устанавливаются противовзрывные устройства и клапаны избыточного давления. Система вентиляции должна обеспечивать надежную работу в различных режимах:

Режим 1 – «чистой вентиляции» – должен обеспечивать очистку от загрязнений (с помощью сетчатых предфильтров) и подавать в убежище не менее 7 м<sup>3</sup> воздуха в час на человека, удалять тепловыделения. Для защиты от заражений (ОВ, БС) надо использовать СИЗ.

Режим 2 – «фильтровентиляции» – обеспечивает очистку воздуха от всех видов загрязнений, кроме угарного газа. Для защиты от угарного газа используют гопкалитовые и теплоемкие фильтры. При этом в убежище подается не менее 2 м<sup>3</sup> воздуха на человека в час.

Режим 3 – «режим полной изоляции» с регенерацией внутреннего воздуха и с использованием регенеративной установки (РУ 150/6, РУКТ). Могут быть использованы также регенеративные патроны РП-100 и кислородные баллоны. Углекислый газ поглощается в РП-100, а недостающий кислород подается из баллонов. На одного человека подается 25 л кислорода в час и поглощается 20 л углекислого газа в час.

Для обеспечения укрываемых необходимым количеством воздуха необходим запас кислорода, запас которого и создается в ЗС ГО.

**АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ  
МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ  
ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ  
ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

Кафедра гражданской защиты  
в составе учебно-научного комплекса гражданской защиты

по дисциплине: «Государственный надзор в области гражданской обороны»

## Контрольная работа

### Расчет запаса сжатого воздуха для защитного сооружения гражданской обороны

Выполнил (и):

слушатель (ли) уч. гр. № 2311

мл. л-т. вн. сл. \_\_\_\_\_ И.В. Федоров  
(подпись)

Проверил:

\_\_\_\_\_  
(должность преподавателя, ученая степень,

звание)

(подпись)

(инициалы, фамилия)

Оценка \_\_\_\_\_

Москва – 201\_\_г.

Методика расчета запаса сжатого воздуха

Расчетная величина	Обозначение	Размерность	Расчетная формула	Примечание
1. Площадь помещения по контуру герметизации	$F$	$m^2$	По экспликации помещений	-
2. Площадь ограждений по контуру герметизации	$F_{огр}$	$m^2$	То же	-
3. Объем помещений в контуре герметизации за вычетом объема, занимаемого людьми	$V$	$m^3$	$V = Fh - nV_1$	$h$ – высота в чистоте, м; $n$ – вместимость сооружения, чел.; $V = 0,1 m^3$ – объем, занимаемый одним человеком
4. Расход воздуха на поддержание подпора	$q$	$m^3/ч$	$q = K_{III} F_{огр}$	$K_{III}$ – удельная утечка воздуха через $m^2$ ограждений по контуру герметизации убежища, $m^3/(ч \cdot m^2)$ , принимается по прил. 1*
5. Удельная воздухоподача для обеспечения дыхания людей	$l_{дых}$	$m^3/чел. \cdot ч$	$l_{дых} = \frac{a}{C_{CO_2}^{макс} - C_0^б}$	$a$ – 20 л/чел. · ч – норма выделения $CO_2$ одним человеком; $C_{CO_2}^{макс}$ при III режиме (прил. 1*), л/м <sup>3</sup> ; $C_0^б = 0,4$ – содержание $CO_2$ в воздухе баллона, л/м <sup>3</sup>
6. Кратность воздухообмена при воздухоподаче по поз. 4	$K_в$	1/ч	$K_в = \frac{q}{V}$	-
7. Удельный объем воздуха помещений	$V_{уд}$	$m^3/чел.$	$V_{уд} = \frac{V}{n}$	-
8. Удельная воздухоподача для поддержания подпора	$l_{подп}$	$m^3/чел. \cdot ч$	$l_{подп} = K_в V_{уд}$	-

Расчетная величина	Обозначение	Размерность	Расчетная формула	Примечание
9. Нарастание концентрации углекислого газа по времени	$C_z$	л/м <sup>3</sup>	$C_z = \left( \frac{a}{l_{\text{подп}}} + C_0^6 \right) \times \left( 1 - e^{-K_{\text{в}} z} + C_{\text{ор.р.п}}^{-K_{\text{в}} z} \right)$	$C_{\text{ор.р.п. II}} = \frac{a}{l_2} + C_0^6 = 10,4$ – начальная расчетная концентрация CO <sub>2</sub> в момент перехода со II режима на III режим, л/м <sup>3</sup> ; $l_2$ – минимальная воздухоподача по II режима, равная 2 м <sup>3</sup> /чел.·ч
10. Продолжительность пребывания на минимальной воздухоподаче по поз. 8 до нарастания концентрации CO <sub>2</sub> до максимального макс значения	$z_{\text{CO}_2}^{\text{макс}}$	ч	$z_{\text{CO}_2}^{\text{макс}} = \frac{1}{K_{\text{в}}} \ln \frac{\frac{a}{l_{\text{подп}}} + C_0^6 - C_{\text{ор.р.п. II}}}{\frac{a}{l_{\text{подп}}} + C_0^6 - C_{\text{CO}_2}^{\text{макс}}}$	-
11. Теоретический запас воздуха для поддержания подпора и обеспечения дыхания людей	$G_{\text{теор}}$	нм <sup>3</sup>	$G_{\text{теор}} = l_{\text{подп}} z_{\text{CO}_2}^{\text{макс}} n + l_{\text{дых}} (z_{\text{III}} - z_{\text{CO}_2}^{\text{макс}}) n$	$z_{\text{III}}$ – продолжительность III режима по прил. 1*
12. Запас воздуха для компенсации колебаний атмосферного давления	$G_{\text{колеб}}$	нм <sup>3</sup>	$G_{\text{колеб}} = \frac{30}{10000} V z_{\text{III}}$	30 – предел колебаний атмосферного давления кгс/(ч·м <sup>2</sup> )
13. Общий запас сжатого воздуха для сооружения с учетом потерь при хранении и неполного опорожнения баллонов и неполного использования объема помещения	$G_{\text{общ}}$	нм <sup>3</sup>	$G_{\text{общ}} = (G_{\text{теор}} + G_{\text{колеб}}) 1,3$	-
14. Расчетное количество баллонов А-40	$n_6$	шт.	$n_6 = \frac{G_{\text{общ}}}{6}$	6 – емкость баллона А-40 при давлении 150 атм, нм <sup>3</sup>



### Пример расчета запаса сжатого воздуха

Исходные данные:

1. Размеры помещения: 12 x 24 м;
  2. Площадь ограждений по контуру герметизации: 6 м<sup>2</sup>;
  3. Высота помещения: 3 м;
  4. Вместимость убежища – 150 чел.
- Определить требуемое количество баллонов А-40 с кислородом.

#### Расчет

1. Площадь помещения по контуру герметизации:

$$F = a \times b = 12 \times 24 = 288 \text{ м}^2,$$

где:  $a$  – длина, м;

$b$  – ширина, м.

2. Площадь ограждений по контуру герметизации:

$$F_{\text{огр}} = 6 \text{ м}^2 \text{ – из условия задачи;}$$

$F_{\text{огр}}$  – площадь ограждений в стенах защитного сооружения, через которые возможны утечки воздуха. Определяется исходя из суммы площадей дверных проемов, проемов вентиляционных коммуникаций в наружных стенах и т.д.

3. Объем помещений в контуре герметизации за вычетом объема, занимаемого людьми:

$$V = Fh - nV_1 = 288 \cdot 3 - 150 \cdot 0,1 = 864 - 15 = 849 \text{ м}^3.$$

4. Расход воздуха на поддержание подпора:

$$q = K_{\text{ш}} F_{\text{огр}} = 0,2 \cdot 6 = 1,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

5. Удельная воздухоподача для обеспечения дыхания людей:

$$l_{\text{дых}} = \frac{a}{C_{\text{CO}_2}^{\text{макс}} - C_0} = 20/(12,1 - 0,4) = 1,7 \text{ м}^3/\text{чел.} \cdot \text{ч}.$$

6. Кратность воздухообмена при воздухоподаче:

$$K_{\text{в}} = q/V = 1,2/849 = 0,00141 \text{ 1/ч}.$$

7. Удельный объем воздуха помещений:

$$V_{\text{уд}} = V/n = 849/150 = 5,66 \text{ м}^3/\text{чел}.$$

8. Удельная воздухоподача для поддержания подпора:

$$I_{\text{ПОДП}} = K_B \cdot V_{\text{УД}} = 0,00141 \cdot 5,66 = 0,0080 \text{ м}^3/\text{чел.} \cdot \text{ч.}$$

9. Нарастание концентрации углекислого газа по времени:

$$\begin{aligned} C_Z &= (a/I_{\text{ПОДП}} + C_0^{\text{б}}) \cdot (1 - e^{-K_B \cdot z} + C_{\text{0реж. II}} \cdot e^{-K_B \cdot z}) = \\ &= (20/0,008 + 0,4) \cdot (1 - e^{-0,00141 \cdot 6} + 10,4 \cdot e^{-0,00141 \cdot 6}) = \\ &= 2500,4 \cdot (0,00842 + 9,41) = 23549,82 \text{ л/м}^3. \end{aligned}$$

10. Продолжительность пребывания на минимальной воздухоподаче:

$$z_{\text{CO}_2}^{\text{МАКС}} = \frac{1}{K_B} \cdot \ln \frac{\frac{a}{I_{\text{ПОДП}}} + C_0^{\text{б}} - C_{\text{0реж. II}}}{\frac{a}{I_{\text{ПОДП}}} + C_0^{\text{б}} - C_{\text{CO}_2}^{\text{МАКС}}} = \frac{1}{0,00141} \cdot \ln \frac{\frac{20}{0,008} + 0,4 - 10,4}{\frac{20}{0,008} + 0,4 - 12,1} = 0,4842 \text{ ч.}$$

11. Теоретический запас воздуха для поддержания подпора и обеспечения дыхания людей:

$$\begin{aligned} G_{\text{теор}} &= l_{\text{ПОДП}} z_{\text{CO}_2}^{\text{МАКС}} n + l_{\text{дых}} (z_{\text{III}} - z_{\text{CO}_2}^{\text{МАКС}}) n = \\ &= 0,008 \cdot 0,4842 \cdot 150 + 1,7(6 - 0,4842) = 9,96 \text{ нм}^3. \end{aligned}$$

12. Запас воздуха для компенсации колебаний атмосферного давления:

$$G_{\text{колеб}} = \frac{30}{10000} V z_{\text{III}} = 0,003 \cdot 849 \cdot 6 = 15,282 \text{ нм}^3.$$

13. Общий запас сжатого воздуха для сооружения с учетом потерь при хранении и неполного опорожнения баллонов и неполного использования объема помещения:

$$G_{\text{общ}} = (G_{\text{теор}} + G_{\text{колеб}}) 1,3 = (9,96 + 15,282) \cdot 1,3 = 32,8146 \text{ нм}^3.$$

14. Расчетное количество баллонов А-40:

$$n_6 = \frac{G_{\text{общ}}}{6} = \frac{32,8146}{6} = 5,47 \approx 6 \text{ шт.}$$

Вывод: исходя из расчетов для данного ЗС ГО требуется 6 баллонов А-40.

**НОМЕР ВАРИАНТА ЗАДАНИЯ ВЫБИРАЕТСЯ ПУТЕМ СЛОЖЕНИЯ  
ДВУХ ПОСЛЕДНИХ ЦИФР НОМЕРА ЗАЧЕТНОЙ КНИЖКИ**

Вариант 1

Исходные данные:

1. Размеры помещения: 12 х 24 м;
2. Площадь ограждений по контуру герметизации: 6 м<sup>2</sup>;
3. Высота помещения: 2 м;
4. Вместимость убежища – 150 чел.

Определить требуемое количество баллонов А-40 с кислородом.

Вариант 2

Исходные данные:

1. Размеры помещения: 10 х 26 м;
2. Площадь ограждений по контуру герметизации: 4 м<sup>2</sup>;
3. Высота помещения: 3 м;
4. Вместимость убежища – 160 чел.

Определить требуемое количество баллонов А-40 с кислородом.

Вариант 3

Исходные данные:

1. Размеры помещения: 8 х 28 м;
2. Площадь ограждений по контуру герметизации: 6 м<sup>2</sup>;
3. Высота помещения: 4 м;
4. Вместимость убежища – 170 чел.

Определить требуемое количество баллонов А-40 с кислородом.

Вариант 4

Исходные данные:

1. Размеры помещения: 12 х 30 м;
2. Площадь ограждений по контуру герметизации: 4 м<sup>2</sup>;
3. Высота помещения: 3 м;
4. Вместимость убежища – 180 чел.

Определить требуемое количество баллонов А-40 с кислородом.

Вариант 5

Исходные данные:

1. Размеры помещения: 14 х 28 м;
2. Площадь ограждений по контуру герметизации: 6 м<sup>2</sup>;
3. Высота помещения: 2 м;
4. Вместимость убежища – 190 чел.

Определить требуемое количество баллонов А-40 с кислородом.

#### Вариант 6

Исходные данные:

1. Размеры помещения: 16 х 26 м;
2. Площадь ограждений по контуру герметизации: 4 м<sup>2</sup>;
3. Высота помещения: 3 м;
4. Вместимость убежища – 200 чел.

Определить требуемое количество баллонов А-40 с кислородом.

#### Вариант 7

Исходные данные:

1. Размеры помещения: 8 х 30 м;
2. Площадь ограждений по контуру герметизации: 6 м<sup>2</sup>;
3. Высота помещения: 4 м;
4. Вместимость убежища – 150 чел.

Определить требуемое количество баллонов А-40 с кислородом.

#### Вариант 8

Исходные данные:

1. Размеры помещения: 10 х 28 м;
2. Площадь ограждений по контуру герметизации: 4 м<sup>2</sup>;
3. Высота помещения: 3 м;
4. Вместимость убежища – 160 чел.

Определить требуемое количество баллонов А-40 с кислородом.

#### Вариант 9

Исходные данные:

1. Размеры помещения: 12 х 26 м;
2. Площадь ограждений по контуру герметизации: 6 м<sup>2</sup>;
3. Высота помещения: 2 м;
4. Вместимость убежища – 170 чел.

Определить требуемое количество баллонов А-40 с кислородом.

#### Вариант 10

Исходные данные:

1. Размеры помещения: 14 х 24 м;
2. Площадь ограждений по контуру герметизации: 4 м<sup>2</sup>;
3. Высота помещения: 3 м;
4. Вместимость убежища – 180 чел.

Определить требуемое количество баллонов А-40 с кислородом.