



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы  
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,  
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

**Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств**

## **ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ И НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

**Методические рекомендации по самостоятельной работе**

для обучающихся по специальности

40.05.03 Судебная экспертиза

Специализация – Инженерно-технические экспертизы

Екатеринбург  
2022

**Зыков, П.И., Кокорин, В.В., Кочнев, С.В.** Пожарная безопасность объектов и населенных пунктов. Методические рекомендации для самостоятельной работы. – Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2022. – 24 с.

**Авторы – составители:**

*Зыков П.И.*, заместитель начальника кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств Уральского института ГПС МЧС России, кандидат технических наук, доцент.

*Кокорин В.В.*, доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств Уральского института ГПС МЧС России, кандидат технических наук, доцент.

*Кочнев С.В.*, старший преподаватель кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств Уральского института ГПС МЧС России.

В методических рекомендациях представлены актуальность и значение самостоятельной работы, принципы организации самостоятельной работы обучающихся, виды и уровни самостоятельной работы. Приведены примеры заданий для подготовки к контролю самостоятельной работы.

Методические рекомендации для самостоятельной работы предназначены для обучающихся по специальности 40.05.03 – «Судебная экспертиза».

Одобрено на заседании методической секции кафедры пожарной безопасности технологических процессов Уральского института ГПС МЧС России в качестве методических рекомендаций.

© ФГБОУ ВО «УрИ ГПС МЧС России», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Основные положения.....	5
2. Формы контроля.....	8
2.1. Тестовые задания.....	8
2.2. Расчетные задания.....	11
2.3. Задания в виде кроссвордов.....	19
2.4. Задания по изучению нормативной литературы.....	21
2.5. Письменный ответ на вопрос.....	22
Список используемой литературы.....	23

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность педагогического обеспечения самостоятельной работы обучающихся подтверждается тем, что в современном обществе возрастают требования к участникам системы социальных взаимоотношений, как никогда ранее, возрастает роль профессиональной готовности специалистов. Реализуются государственные национальные проекты, вводятся новые формы нормативно-документального оформления всех сфер жизнедеятельности человека. Поэтому современные квалификационные требования, предъявляемые к будущему специалисту, достаточно высоки.

В процессе реализации указанных проектов происходит постепенное увеличение доли самостоятельной работы обучающихся в связи с тем, что она рассматривается в качестве важного звена в самообразовании личности и выступает как средство организации интеллектуальной деятельности. Широкий диапазон качеств и навыков, приобретенных и закрепленных в процессе самостоятельной работы, имеет важное значение для всей последующей профессиональной деятельности человека. Реализация потенциала самостоятельной работы в формирование познавательной самостоятельности происходит при условии ее рациональной организации, которая предусматривает планирование всех составляющих элементов самостоятельной работы, начиная с целей и заканчивая видами контроля.

На момент поступления в вуз только третья часть абитуриентов способны самостоятельно работать с различными источниками информации, около 75 % обучающихся, самостоятельно выполняющих действия по решению учебных задач и выполнению домашних заданий, нуждаются в дополнительных консультациях с преподавателем. Фактически около 90 % студентов испытывают потребность в помощи при выполнении различных учебных задач, в связи с чем роль педагогической поддержки студентов существенно возрастает.

## 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Самостоятельная работа (СРО) – это учебная, научно-исследовательская деятельность обучающегося, направленная на развитие общекультурных и профессиональных компетенций, которая осуществляется без непосредственного участия преподавателя.

Под развитием общекультурных и профессиональных компетенций понимается способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области, в том числе:

- навыки поиска и использования нормативной, правовой, справочной и специальной литературы, а также других источников информации;
- самостоятельное изучение вопросов и тем, определенных рабочей программой учебной дисциплины;
- качественное освоения и систематизация полученных теоретических знаний, их углубление и расширение в применении на уровне межпредметных связей;
- формирование умения применять полученные знания на практике (в профессиональной деятельности) и закрепление практических умений обучающегося;
- развитие познавательных способностей обучающегося, формирование самостоятельности мышления; развития активности, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование способностей к саморазвитию (самопознанию, самоопределению, самообразованию, самосовершенствованию, самореализации, саморегуляции);
- развитие научно-исследовательских навыков;
- развитие навыков межличностных отношений.

СРО является составной частью учебно-воспитательного процесса, направленного на подготовку квалифицированных специалистов для подразделений ГПС МЧС России, и организуется в соответствии с нормативными правовыми актами Министерства образования и науки Российской Федерации и МЧС России, регламентирующими организацию учебно-воспитательного процесса в образовательных учреждениях.

Отсутствие обучающегося на СРО без уважительных причины рассматривается как нарушение служебной дисциплины и влечет за собой меры дисциплинарного взыскания или общественного воздействия.

Для организации СРО необходимы следующие условия:

- готовность обучающегося к самостоятельному труду;
- мотивация получения знаний;
- наличие и доступность необходимого учебно-методического и справочного материала;

- система регулярного контроля качества выполненной самостоятельной работы;

- консультационная помощь преподавателя.

Процесс организации самостоятельной работы обучающегося включает в себя следующие этапы.

1. Подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения и т.д.).

2. Основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы).

3. Заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Объем времени, отведенный на СРО по дисциплине, находит отражение:

- в рабочем учебном плане;

- в рабочей программе учебной дисциплины с распределением по разделам или конкретным темам.

СРО проводится в аудиториях, учебно-методических кабинетах, кабинетах кафедры, читальном зале библиотеки Института и т.д.

Задание на СРО обучающийся получает у преподавателя. При этом в обязательном порядке проводится инструктаж по его выполнению, включающий изложение цели задания, его содержания, сроков выполнения, ориентировочного объема работы, основных требований к результатам работы и к отчету по ним, сведения о возможных ошибках и критериях оценки выполнения работы.

Обучающийся обязан:

- своевременно выполнять задания по подготовке к очередным учебным занятиям, представлять их для проверки преподавателям кафедры;

- поддерживать порядок и тишину в учебных аудиториях, читальном зале библиотеки, учебно-методических кабинетах, бережно относиться к размещенному в них имуществу;

- во время проведения СРО осуществлять переход из аудитории в аудиторию, библиотеку, читальный зал только в перерыве и с разрешения находящегося в них командира группы.

Обучающийся имеет право:

- заниматься в аудиториях, закрепленных за учебными группами, в учебно-методических кабинетах, лабораториях кафедры, читальном зале;

- получать консультационную помощь у профессорско-преподавательского состава кафедры;

- в установленном порядке пользоваться фондами библиотеки, а также учебно-методических кабинетов кафедры.

Контроль и оценка выполнения СРО осуществляется преподавателем, ведущим дисциплину.

Контроль СРО подразделяется на текущий и итоговый. Текущий контроль предполагает проверку знаний вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение в соответствии с требованиями рабочей программы, и проводится на текущих практических, лабораторных, семинарских занятиях, на занятии КСР. Итоговый – на зачетах и экзаменах. Контроль может проходить в устной, письменной или смешанной форме с представлением обучающимися отчетов, продуктов своей творческой деятельности или путем демонстрации своих знаний и умений.

Критерии оценки результатов СРО определяются в зависимости от формы контроля самостоятельной работы (тест, решение задач, разгадывание кроссворда, работа с нормативной литературой и т.д.), при этом учитывается:

- уровень освоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- полнота общеучебных представлений, знаний и умений по изучаемой теме, к которой относится данная самостоятельная работа;
- обоснованность и четкость изложения ответа на поставленный по внеаудиторной самостоятельной работе вопрос;
- оформление отчетного материала в соответствии с известными или заданными преподавателем требованиями, предъявляемыми к подобного рода материалам;
- умение активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- соблюдение установленных сроков представления работы на проверку.

## 2. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ

### 2.1. Тестовые задания

В настоящее время одним из наиболее значимых в качественном изменении структуры и содержания учебного процесса признан технологический подход к обучению, имеющий четкую направленность на достижение поставленной цели. Технологический подход к организации самостоятельной работы обучаемых, с одной стороны, позволяет скоординировать все ее элементы, а с другой – обостряет проблему выбора соответствующего вида контроля для осуществления обратной связи в обучении. С точки зрения технологического подхода к обучению перспективным является тестовый контроль на основе применения критериально-ориентированных тестов, обеспечивающий оценку результатов в соответствии с ее целями.

В связи с вышесказанным обучаемым предлагается проработать представленные варианты тестовых заданий, основной целью которых служит – организация и оценка внеаудиторной работы обучаемых, при самостоятельном усвоении учебного материала в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Количество вариантов тестовых заданий зависит от числа обучаемых, подлежащих тестированию, т.е. каждый выполняет свой персональный тест. Один вариант включает в себя 20 заданий при среднем отводимом времени выполнения одного задания 2 мин. Результаты тестирования оценивают по следующему принципу:

Количество правильно выполненных заданий	Оценка за тест
не менее 85%	5 (отлично)
не менее 70%	4 (хорошо)
не менее 50%	3 (удовлетворительно)
менее 50%	2 (неудовлетворительно)

Приведенные критерии результатов тестирования носят рекомендательный характер и могут быть изменены в зависимости от уровня сложности применяемых тестовых заданий.

При составлении тестов учитывались следующие принципы: 1 – строгое соответствие источникам информации, которыми пользуются обучающиеся; 2 – простота – каждое задание предполагает ответ только на один вопрос; 3 – однозначность – формулировка задания исчерпывающим образом разъясняет поставленную задачу.



Пример тестового задания

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
1	Укажите, как может осуществляться аварийный слив жидкости из аппарата	1) с помощью насоса
		2) путем подогрева жидкости
		3) путем выдавливания инертной средой
		4) путем охлаждения жидкости
2	Укажите защитное устройство для предотвращения проскока пламени через дыхательные клапаны в емкости с горючими веществами	1) сигнализатор
		2) отрывная мембрана
		3) огнепреградитель
		4) хлопушка
3	Анализ пожарной опасности технологических процессов производств в соответствии с ГОСТ Р 12.3.047-98 не включает в себя	1) определение аппаратов, участков, цехов с горючей средой
		2) определение огнестойкости строительных конструкций
		3) анализ возможных источников зажигания внутри аппаратов, в помещении и снаружи
		4) разработку мероприятий противопожарной защиты
4	Для хранения ЛВЖ и ГЖ не используются	1) резервуары
		2) баки
		3) эксгаустеры
		4) бочки
5	Горючая среда над поверхностью РВСПК с дизельным топливом не образуется, когда	1) $t_p > t_{всн}$ и $\varphi > НКПР$
		2) $t_p < ВКПР$ и $\varphi > ВТПР$
		3) $t_p < t_{всн}$ и $\varphi < НКПР$
		4) $t_p < ВТПР$ и $\varphi < ВКПР$
6	Приведите формулу расчета давления насыщенного пара при расчетной температуре горючей жидкости	1) $P_s = 10^3 \cdot 10^{\left( A - \frac{B}{t_p + C} \right)}$
		2) $P_s = 10^3 \cdot 10^{\left( \frac{A-B}{t_p + C} \right)}$
		3) $P_s = 10^3 \cdot 10^{\left( \frac{A+B}{t_p + C} \right)}$
		4) $P_s = 10^5 \cdot 10^{\left( A - \frac{B}{t_p + C} \right)}$
7	Определите вид соединений, относящийся к разъёмным	1) паяные
		2) клееные
		3) сварные
		4) ниппельные
8	Укажите возможную причину возникновения пожароопасной ситуации	1) остановка аппарата
		2) ошибки в монтаже
		3) ремонт аппарата
		4) пуск аппарата в работу

Продолжение таблицы 1

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
9	Условием образования ВОК с поверхности разлива жидкости является	1) $\varphi_n \leq \varphi_p \leq \varphi_s$
		2) $t_p \geq t_{\text{всп (о.т)}}$
		3) $\varphi_p \approx \varphi_s$
		4) $\varphi_n \leq \varphi_p \leq \varphi_s$ и $t_p \geq t_{\text{всп (о.т)}}$
10	Укажите основной параметр источников зажигания	1) скорость действия
		2) энергия
		3) объём
		4) масса
11	Укажите защитное устройство, которое ограничивает растекание горючих жидкостей при аварии	1) автоматическая задвижка
		2) земляной вал
		3) обратный клапан
		4) гидрозатвор
12	Жидкость относится к ЛВЖ, если	1) $t_{\text{всн}} \leq 28^\circ\text{C}$
		2) $t_{\text{всн}} > 100^\circ\text{C}$
		3) $t_{\text{всн}} > 61^\circ\text{C}$
		4) $t_{\text{всн}} > 63^\circ\text{C}$
13	Устройство местных отсосов над открытыми аппаратами с ЛВЖ и ГЖ приводит	1) к уменьшению $t_p$ паров ЛВЖ и ГЖ
		2) к уменьшению $\varphi$ паров ЛВЖ и ГЖ
		3) к увеличению $t_p$ паров ЛВЖ и ГЖ
		4) к увеличению $\varphi$ паров ЛВЖ и ГЖ
14	Коэффициент участия во взрыве будет равен 0,5 у следующего горючего	1) пары этанола
		2) пары ацетона
		3) водород
		4) метан
15	Что понимают под термином «Большое дыхание»	1) вытеснение паров из аппарата при заполнении его жидкостью
		2) вытеснение паров из аппарата в результате повышения температуры
		3) вытеснение паров из аппарата в результате понижения температуры
		4) выход паровоздушной смеси из аппарата наружу вследствие повышения атмосферного давления
16	Укажите, где следует располагать резервуарные парки по отношению к другим предприятиям и населённым пунктам	1) на возвышенности
		2) в низменности
		3) на том же уровне
		4) не имеет значения
17	Виды повреждений технологического оборудования классифицируют следующим образом	1) полное разрушение оборудования
		2) локальное повреждение оборудования
		3) точечное повреждение оборудования
		4) язвенное повреждение оборудования

*Продолжение таблицы 1*

№ п/п	Текст задания	Варианты ответа
18	Очистка теплообменных поверхностей в компрессоре позволяет снизить образование	1) теплоты сжатия
		2) статических разрядов
		3) молний
		4) фрикционных искр
19	Укажите, что необходимо учитывать при обосновании устройства аварийного слива	1) аппаратура с жидкостью располагается низко
		2) аппараты имеют небольшой объем
		3) аппаратура располагается на высоте
		4) жидкость в аппарате не пожароопасна
20	Устойчивость огнегасящей насадки против взрыва обеспечивается	1) взрывными мембранными устройствами
		2) предохранительными клапанами
		3) дыхательными клапанами
		4) клапанами-прерывателями

## 2.2. Расчетные задания

При решении задач необходимо руководствоваться несколькими простыми правилами: внимательно прочитать условие задачи; записать, что дано; перевести, если это необходимо, единицы физических величин в единицы системы СИ; записать, если это необходимо, уравнение реакции и расставить коэффициенты; записать ответ.

### Примеры расчетного задания.

№1. Определить концентрацию насыщенного пара бутилового спирта ( $C_4H_9OH$ ), находящегося в «дышащем» аппарате при температуре  $50^\circ C$  (по уравнению Антуана).

### Решение

1. Определить давление насыщенного пара по уравнению Антуана:

$$P_s = 10^3 \cdot 10^{\left(A - \frac{B}{t_p + C_a}\right)}, \quad (1)$$

где  $A, B, C_a$  – константы уравнения Антуана;

$t_p$  – рабочая температура,  $^\circ C$ .

$$P_s = 10^3 \cdot 10^{\left(8,72232 - \frac{2664,684}{50 + 279,638}\right)} = 4351,635 \text{ Па}.$$

2. Определить концентрацию насыщенного пара:

$$\varphi_s = \frac{P_s}{P_p}, \quad (2)$$

где  $P_s$  – давление насыщенного пара, Па;

$P_p$  – рабочее давление в аппарате, Па,  $P_p = 101325 \text{ Па}$ .

$$\varphi_s = \frac{4351,635}{101325} = 0,043 \text{ об.доли}.$$

№2. Определить концентрацию насыщенного пара бензина АИ-95, находящегося в «дышащем» аппарате при температуре 30 °С (по формуле В.П. Сучкова).

#### Решение

1. Определить давление насыщенного пара по формуле В.П. Сучкова:

$$P_n = \frac{\exp[6,908 + 0,0443(t_p - 0,924 \cdot t_{всп} + 2,055)]}{1047 + 7,48 \cdot t_{всп}} \text{ кПа}, \quad (3)$$

где  $t_{всп}$  – температура вспышки нефтепродукта, °С;

$t_p$  – расчетная температура, °С.

$$P_n = \frac{\exp[6,908 + 0,0443(30 - 0,924 \cdot (-37) + 2,055)]}{1047 + 7,48 \cdot (-37)} = 21,08 \text{ кПа}$$

2. Определить концентрацию насыщенного пара:

$$\varphi_s = \frac{P_s}{P_p}$$

где  $P_s$  – давление насыщенного пара, Па;

$P_p$  – рабочее давление в аппарате, Па,  $P_p = 101,3 \text{ кПа}$ .

$$\varphi_s = \frac{21,08}{101,3} = 0,2 \text{ об.доли}.$$

№3. Соблюдены ли условия пожаровзрывобезопасности при хранении ацетона в аппарате, если рабочая концентрация паров данного вещества 0,11 об. долей (принять  $\varphi_p = \varphi_s$ )

#### Решение

1. Определить показатели пожаровзрывоопасности вещества с учетом коэффициентов безопасности:

$$\varphi_{p.без} \leq 0,9 \cdot (\varphi_{нпв} - 0,7 \cdot R), \quad (4)$$

ИЛИ

$$\varphi_{p.без} \geq 1,1 \cdot (\varphi_{нг} + 0,7 \cdot R) , \quad (5)$$

где  $\varphi_{нпв}$ ,  $\varphi_{впв}$  – нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени, об. доли;

$R$  – воспроизводимость метода определения показателя пожарной опасности при доверительной вероятности 95%, об. доли.

$$\varphi_{p.без} \leq 0,9 \cdot (0,027 - 0,7 \cdot 0,003) ,$$

$$\varphi_{p.без} \leq 0,02241 ,$$

ИЛИ

$$\varphi_{p.без} \geq 1,1 \cdot (0,13 + 0,7 \cdot 0,006) ,$$

$$\varphi_{p.без} \geq 0,14762 .$$

Так как  $\varphi_p = 0,11$  об.доли и  $0,02241 \leq 0,11 \leq 0,14762$  , то среда в аппарате пожаровзрывоопасная.

№4. Определить область распространения пламени спирто - воздушных смесей (для метилового спирта  $C_2H_5O$ ), нагретых до 350 °С.

#### Решение

При температурах в диапазоне от 25 до 150 °С нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени вычисляют по формулам:

$$\varphi_{нг}^{t_p} = \varphi_{нг} \left( 1 - \frac{t - 25}{1250} \right) , \quad (6)$$

$$\varphi_{внг}^{t_p} = \varphi_{внг} \left( 1 + \frac{t - 25}{800} \right) , \quad (7)$$

где  $\varphi_{нг}$ ,  $\varphi_{внг}$  – нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени, об. доли.

$$\varphi_{нг}^{t_p} = 0,0698 \cdot \left( 1 - \frac{350 - 25}{1250} \right) = 0,052 \text{ об.долей} ,$$

$$\varphi_{внг}^{t_p} = 0,355 \cdot \left( 1 + \frac{350 - 25}{800} \right) = 0,499 \text{ об.долей} .$$

№5. Определить количество горючих паров, вышедших наружу из вертикального стального резервуара объемом  $1000\text{ м}^3$  через дыхательное устройство, при большом дыхании. Емкость заполнена на 80% бензином АИ-92. Температура воздуха равна  $16^\circ\text{С}$ .

### Решение

1. Определить объем поступающей в аппарат жидкости:

$$V_{\text{ж}} = \varepsilon \cdot V_{\text{ап}}, \quad (8)$$

где  $\varepsilon$  – степень заполнения аппарата, %;

$V_{\text{ап}}$  – объем аппарата,  $\text{м}^3$ .

$$V_{\text{ж}} = 0,8 \cdot 1000 = 800 \text{ м}^3.$$

2. Определить давление насыщенного пара по уравнению Антуана (или по формуле В.П. Сучкова):

$$P_s = 10^3 \cdot 10^{\left(A - \frac{B}{t_p + C_a}\right)},$$

где  $A, B, C_a$  – константы уравнения Антуана;

$t_p$  – температура воздуха,  $^\circ\text{С}$ .

$$P_s = 10^3 \cdot 10^{\left(4,12311 - \frac{664,976}{16 + 221,695}\right)} = 21159,628 \text{ Па}.$$

3. Определить концентрацию насыщенного пара:

$$\varphi_s = \frac{P_s}{P_p},$$

где  $P_s$  – давление насыщенного пара, Па;

$P_p$  – атмосферное давление, Па,  $P_p = 101325 \text{ Па}$ .

$$\varphi_s = \frac{21159,628}{101325} = 0,209 \text{ об.доли}.$$

4. Определить количество горючих паров, выходящих из аппарата при "большом дыхании":

$$G_6 = V_{\text{ж}} \cdot \frac{P_p}{T_p} \cdot \varphi_s \cdot \frac{M}{8314,31}, \quad (9)$$

где  $V_{\text{ж}}$  – объем жидкости в аппарате,  $\text{м}^3$ ;

$P_p$  – атмосферное давление, Па,  $P_p = 101325 \text{ Па}$ ;

$T_p$  – рабочая температура, К;

$\varphi_s$  – концентрация насыщенного пара;

$M$  – молярная масса;

8314,31 – универсальная газовая постоянная, Дж/(кмоль·К).

$$G_6 = 800 \cdot \frac{101325}{289} \cdot 0,209 \cdot \frac{97}{8314,31} = 683,913 \text{ кг / цикл}.$$

№6. Определить количество горючих паров, вышедших наружу из вертикального стального резервуара объемом 5000 м<sup>3</sup> через дыхательное устройство, при малом дыхании. В емкости находится 4000 м<sup>3</sup> бензина АИ-92. Температура воздуха в летний период днем равна 42 °С, а ночью 33 °С.

### Решение

1. Определить давление насыщенного пара по уравнению Антуана (или по формуле В.П. Сучкова) при разных температурах:

$$P_s = 10^3 \cdot 10^{\left(A - \frac{B}{t_p + C_a}\right)},$$

где А, В, С<sub>а</sub> – константы уравнения Антуана;

$t_p$  – температура воздуха, °С.

$$P_{s1} = 10^3 \cdot 10^{\left(4,12311 - \frac{664,976}{42 + 221,695}\right)} = 39934,488 \text{ Па},$$

$$P_{s2} = 10^3 \cdot 10^{\left(4,12311 - \frac{664,976}{33 + 221,695}\right)} = 32526,563 \text{ Па}.$$

2. Определить концентрацию насыщенного пара при разных температурах:

$$\varphi_s = \frac{P_s}{P_p},$$

где  $P_s$  – давление насыщенного пара, Па;

$P_p$  – атмосферное давление, Па,  $P_p = 101325 \text{ Па}$ .

$$\varphi_{s1} = \frac{39934,488}{101325} = 0,394 \text{ об.доли},$$

$$\varphi_{s2} = \frac{32526,563}{101325} = 0,321 \text{ об.доли}.$$

3. Определить среднюю концентрацию насыщенного пара:

$$\varphi_{s(cp)} = \frac{\varphi_{s1} + \varphi_{s2}}{2}, \quad (10)$$

где  $\varphi_{s1}$  – объемная доля насыщенных паров при температуре 42 °С;  
 $\varphi_{s2}$  – объемная доля насыщенных паров при температуре 33 °С.

$$\varphi_{s(cp)} = \frac{0,394 + 0,321}{2} = 0,3575 \text{ об.доли}.$$

4. Определить паровоздушный объем аппарата:

$$V_{cv} = V_{an} - V_{жс}, \quad (11)$$

где  $V_{an}$  – объем аппарата, м<sup>3</sup>;  
 $V_{жс}$  – объем жидкости в аппарате, м<sup>3</sup>.

$$V_{cv} = 5000 - 4000 = 1000 \text{ м}^3.$$

5. Определить количество горючих паров, выходящих из аппарата при "малом дыхании":

$$G_M = V_{cv} \cdot P_p \cdot \left( \frac{1 - \varphi_{s1}}{t_1 + 273} - \frac{1 - \varphi_{s2}}{t_2 + 273} \right) \cdot \frac{\varphi_{s(cp)}}{1 - \varphi_{s(cp)}} \cdot \frac{M}{8314,31}, \quad (12)$$

где  $V_{cv}$  – паровоздушный объем аппарата, м<sup>3</sup>;  
 $P_p$  – атмосферное давление, Па,  $P_p = 101325 \text{ Па}$ ;  
 $\varphi_{s1}$  – объемная доля насыщенных паров при температуре 42 °С;  
 $t_1$  – температура воздуха в летний период днем, °С;  
 $\varphi_{s2}$  – объемная доля насыщенных паров при температуре 33 °С;  
 $t_2$  – температура воздуха в летний период ночью, °С;  
 $\varphi_{s(cp)}$  – средняя концентрация насыщенного пара;  
 $M$  – молярная масса;  
 $8314,31$  – универсальная газовая постоянная, Дж/(кмоль·К).

$$G_M = 1000 \cdot 101325 \cdot \left( \frac{1 - 0,394}{42 + 273} - \frac{1 - 0,321}{33 + 273} \right) \cdot \frac{0,3575}{1 - 0,3575} \cdot \frac{97}{8314,31} = 194,285 \text{ кг / цикл}.$$

№7. Пересчитать значение нижнего концентрационного предела распространения пламени толуола из об. долей в кг/м<sup>3</sup>. Рабочее давление паровоздушной смеси в аппарате – атмосферное, температура 30 °С.

### Решение

1. Определить объем, занимаемый килограмм-молекулой газа при заданной температуре и давлении:



$$V_t = V_0 \cdot \frac{T_p}{T_0} \cdot \frac{P_0}{P_p}, \quad (13)$$

где  $V_0$  – мольный объем, м<sup>3</sup>/кмоль,  $V_0 = 22,4$  м<sup>3</sup>/кмоль;

$T_p$  – рабочая температура, К;

$T_0$  – начальная температура, К;

$P_0$  – начальное (атмосферное) давление, Па,  $P_0 = 101325$  Па;

$P_p$  – рабочее давление, Па.

$$V_t = 22,4 \cdot \frac{303}{273} \cdot \frac{101325}{101325} = 24,862 \text{ м}^3 / \text{кмоль}.$$

2. Перевести нижний концентрационный предел распространения пламени из объемных долей в кг/м<sup>3</sup>:

$$\varphi_n^{\text{кг/м}^3} = \frac{\varphi_n^{\text{об.д}} M}{V_t}, \quad (14)$$

где  $\varphi_n^{\text{об.д}}$  – нижний концентрационный предел распространения пламени, об. доли;

$M$  – молярная масса;

$V_t$  – объем, занимаемый килограмм-молекулой газа, м<sup>3</sup>/кмоль.

$$\varphi_n^{\text{кг/м}^3} = \frac{0,0127 \cdot 92,14}{24,862} = 0,047 \text{ кг} / \text{м}^3.$$

№8. Определить высоту обвалования для группы вертикальных стальных резервуаров (РВС) со стационарной крышей номинальной емкостью 5000 м<sup>3</sup> каждый, расположенных в одном ряду. Известно, что общее число резервуаров в парке составляет 4 шт. В резервуарах хранится нефть.

### Решение

1. Определить диаметр резервуаров, расположенных в одной группе:

Так как  $V_p^{5000} = 5000 \text{ м}^3$ , то  $d_p^{5000} = 21 \text{ м}$ .

2. Определить расстояние между резервуарами, расположенными в одной группе:

Так как РВС со стационарной крышей, максимальный объем одного резервуара не более 50000 м<sup>3</sup> и хранится нефть ( $t_{\text{всн}} \leq 45^\circ \text{C}$ ), то:

$$0,75 \cdot d_p \leq r_{p-p} \leq 30 \text{ м}, \quad (15)$$

где  $r_{p-p}$  – расстояние между резервуарами, м;

$d_p$  – диаметр резервуара, м.

$$15,75 \text{ м} \leq r_{p-p} \leq 30 \text{ м} .$$

Принимаем  $r_{p-p} = 17 \text{ м}$ .

3. Определить расстояние от стенок резервуаров до подошвы внутренних откосов обвалования:

Так как РВС объемом до  $10000 \text{ м}^3$ , то:

$$r_{p-n} \geq 3 \text{ м} ,$$

где  $r_{p-n}$  – расстояние между стенкой резервуара и подошвой внутренних откосов обвалования, м.

Принимаем  $r_{p-n} = 3 \text{ м}$

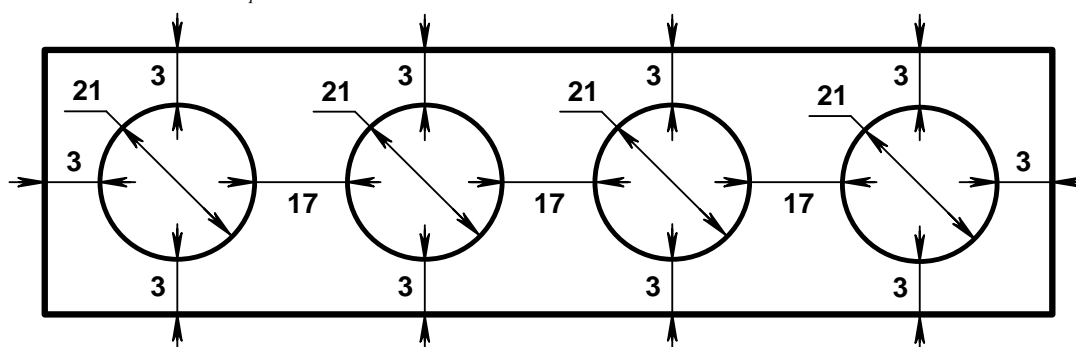


Рисунок – Группа резервуаров объемом  $5000 \text{ м}^3$

4. Определить площадь обвалования:

$$S_{обв} = a \cdot b, \quad (16)$$

где  $a$  – длина обвалования, м;

$b$  – ширина обвалования, м.

$$a = 3 + 21 + 17 + 21 + 17 + 21 + 17 + 21 + 3 = 141 \text{ м} ,$$

$$b = 3 + 21 + 3 = 27 \text{ м} ,$$

$$S_{обв} = 141 \cdot 27 = 3807 \text{ м}^2 .$$

5. Определить площадь основания разрушенного резервуара ( $V_p^{авар} = V_p^{5000} = 5000 \text{ м}^3$ ):

$$S_p^{авар} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (17)$$

где  $\pi$  – константа (лудольфово число),  $\pi = 3,14$ ;

$d_p$  – диаметр резервуара, м.

$$S_p^{5000} = \frac{3,14 \cdot 21^2}{4} = 346,185 \text{ м}^2.$$

6. Определить площадь, на которую может разлиться жидкость в результате разрушения одного резервуара:

$$S_{св} = S_{обв} - \sum S_{рез}, \quad (18)$$

где  $S_{обв}$  – площадь обвалования,  $\text{м}^2$ ;

$\sum S_{рез}$  – площадь не разрушенных резервуаров, расположенных в одной группе,  $\text{м}^2$ .

$$S_{св} = 3807 - (346,185 + 346,185 + 346,185) = 2768,445 \text{ м}^2.$$

7. Определить высоту разлившейся жидкости:

$$h_{жс} = \frac{V_p^{авар}}{S_{св}}, \quad (19)$$

где  $V_p^{авар}$  – объем разрушенного резервуара,  $\text{м}^3$ ;

$S_{св}$  – свободная площадь, на которую может разлиться жидкость в результате разрушения одного резервуара,  $\text{м}^2$ .

$$h_{жс} = \frac{5000}{2768,445} = 1,806 \text{ м}.$$

8. Определить высоту обвалования:

$$h_{обв} = h_{жс} + 0,2, \quad (20)$$

где  $h_{жс}$  – высота разлившейся жидкости, м.

$$h_{обв} = 1,806 + 0,2 = 2,006 \text{ м}.$$

### **2.3. Задания в виде кроссвордов**

Учебный кроссворд – это дидактическая игра, которая содержит в первую очередь учебную задачу.

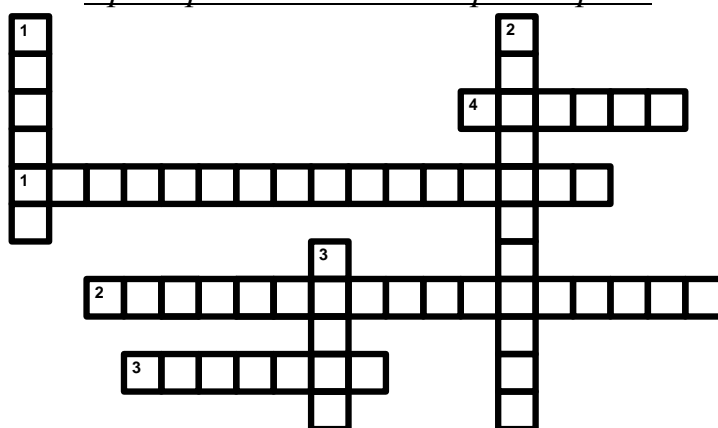
Кроссворд одна из самых удобных игровых форм для повторения изученного материала и проверки знаний обучающегося.

Также такой вид контроля имеет большое значение для повышения интереса к обучению. Если во время обычной контрольной работы обучающийся находится в стрессовом состоянии, то кроссворд ассоциируется у него с игрой: всегда есть возможность угадать забытый термин. Разгадывая кроссворд, он получает объективную информацию о результатах своей учебной деятельности.

Метод проверки знаний в виде кроссворда позволяет:

- снять эмоциональное напряжение во время контроля благодаря игровой форме проверки;
- угадать забытое слово, зная остальные;
- сократить время на запись ответа;
- уменьшить трудоемкость проверки.

Пример задания в виде кроссвордов



По горизонтали

1. Устройство на сбросных и факельных трубах, на резервуарах и ёмкостях с горючими жидкостями, на газовых коммуникациях и др. для прекращения распространения пламени?
2. Вид коррозии, при котором разрушение металла происходит под воздействием возникающих в коррозионной среде гальванических элементов?
3. Авария с гибелью не менее десяти человек?
4. Механический износ материала движущейся средой?

По вертикали

1. Какое разрушение технологического оборудования характеризуется выходом всего содержимого наружу?
2. Аппарат, у которого внутреннее пространство полностью изолировано от окружающей среды?
3. Неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства?

Ответы к кроссворду:

№ вопроса	По горизонтали	По вертикали
1	Огнепреградитель	Полное
2	Электрохимическая	Герметичный
3	Крупная	Пожар
4	Эрозия	-

#### ***2.4. Задания по изучению нормативной литературы***

Специалисты, деятельность которых неразрывно связана с обеспечением пожарной безопасности, должны быть в курсе нормативной базы МЧС. Для того чтобы ориентироваться в данной сфере, а также обладать максимумом информации по вопросам, касающимся пожарной безопасности технологических процессов, необходим ежедневный мониторинг актуальной литературы в данной области.

Различного рода нормативно-правовые документы составляют основу нормативной базы МЧС, которая содержит в себе основную актуальную информацию. Ознакомление и последующее освоение такой информации необходимо не только при изучении дисциплины пожарная безопасность технологических процессов, но и в целом для того, чтобы обучающийся ориентировался в сфере пожарной безопасности. К слову, грамотная и умелая работа с нормативной литературой по пожарной безопасности – это неотъемлемая часть, системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты.

#### ***Примерный список литературы***

Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

Федеральный закон 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

ГОСТ Р 12.3.047-2012. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М.: Госстандарт России, 2012.

ГОСТ 12.1.044-89\*. СТ СЭВ 1495-79. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М.: Издательство стандартов, 1991.

СНиП 21-01-97\*. Пожарная безопасность зданий и сооружений.

ППБ 79. Правила пожарной безопасности при эксплуатации нефтеперерабатывающих предприятий.

Правила противопожарного режима в Российской Федерации.

СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001.

СП 155.13130.2014 Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности

ВНЭ 5-79. Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности.

## ***2.5. Письменный ответ на вопрос***

Ответ на вопрос должен быть лаконичным, сопровождаться конкретным изложением материала и исчерпывающим. При необходимости в письменном ответе допускается приводить цитаты, ссылки на источники не повествуемой информации, схемы или рисунки.

### ***Примерный список вопросов***

1. Основные направления в обеспечении пожарной безопасности технологических процессов. Требования ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» по вопросам обеспечения пожарной безопасности производственных объектов.

2. Мероприятия, направленные на исключение или снижение горючей среды, источников зажигания и ограничение распространения пожара.

3. Анализ возможности образования взрывоопасной концентрации в аппаратах с горючими пылями и способы обеспечения пожарной безопасности.

4. Особенности образования взрывоопасной концентрации в технологическом оборудовании при пуске в работу и остановке на осмотр или ремонт и способы обеспечения пожарной безопасности.

5. Технические решения, направленные на снижение пожаровзрывоопасности производств при наличии аппаратов с открытой поверхностью испарения.

6. Профилактические мероприятия, направленные на уменьшение пожаровзрывоопасности запылённых помещений.

7. Причины и условия образования в аппаратах и трубопроводах полимерных, ледяных и кристаллогидратных пробок.

8. Опасность разрушения оборудования при действии низкой температуры и способы обеспечения пожарной безопасности.

9. Определение размеров зон взрывоопасных концентраций на наружных технологических установках.

10. Аварийный слив горючих жидкостей из аппаратов: определение продолжительности аварийного слива, требования к системе аварийного слива.

11. Основные принципы категорирования помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Федеральный закон РФ от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. ГОСТ Р 12.3.047-2012. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М.: Стандартинформ, 2014.
4. ГОСТ 12.1.044–89\* ССПБ. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
5. СНиП 21-01-97\*. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
6. ППБ 79. Правила пожарной безопасности при эксплуатации нефтеперерабатывающих предприятий.
7. Правила противопожарного режима в Российской Федерации: утв. Постановлением Правительства РФ от 25 апреля 2012г. № 390.– Екатеринбург: Калан. 2012.– 84с.
8. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
9. СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001.
10. СП 155.13130.2014 Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности
11. ВНЭ 5-79. Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности.
12. Пособие по применению НПБ 105-95 Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности при рассмотрении проектно-сметной документации.
13. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. в 2ч. Справочник / Под ред. А. Н. Баратова и А. Я. Корольченко – М.: 1990.
14. Абрамов А. С. Пожарная безопасность технологических процессов производств. – Омск : ООО «Промбезопасность», 2009. – 467 с.
15. Алексеев М. В. Основы пожарной профилактики в технологических процессах производства. – М.: Высш.шк., 1972.
16. Баратов А. Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справ. изд. В 2 книгах; кн. 1. – М.: Химия, 1990. – 496 с.; кн. 2. – М.: Химия, 1990. – 384 с.
17. Волков О. М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами. – М., 1984. – 152 с.
18. Волков О.М., Проскуряков Г.А., Пожарная безопасность на предприятиях транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов: – М.: Недра, 1981. – 255 с.

19. Гельфанд Б.Е. Взрывобезопасность: учебник. – СПб.: Астерион, 2006.
20. Клубань В.С., Петров А.П., Рябиков В.С. Пожарная безопасность предприятий промышленности и агропромышленного комплекса. – М.: Стройиздат, 1987. – 477 с.
21. Контобойцев Е. А., Сатюков Р. С. Расчет индивидуального и социального пожарного риска для наружных технологических установок [Текст]: учебно-метод. пособие. – Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2012. – 66 с.
22. Корольченко А. Я., Загорский Д. О. Категорирование помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности: учеб пособие. – М.: Пожнаука, 2010. – 118 с.
23. Логинов Ф.Л. Противопожарные мероприятия при окраске и сушке изделий. – М.: Стройиздат, 1973. – 128 с.