

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-  
СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ  
СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ  
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И  
ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**



# **Методические рекомендации для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Управление безопасностью технологических процессов»**

Направление подготовки  
20.04.01 «Техносферная безопасность»

Профиль  
«Пожарная безопасность»

**Иваново 2024**

**Салихова А.Х.**

Методические рекомендации для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Управление безопасностью технологических процессов» (далее – методические рекомендации) по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность, профиль «Пожарная безопасность» – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2024.– 37 с.

Методические рекомендации содержат краткое изложение дисциплины «Управление безопасностью технологических процессов» в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность и основной профессиональной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность, советы по планированию и организации времени, необходимого на изучение дисциплины, пожелания по изучению отдельных тем курса, рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса, рекомендации по работе с литературой; советы по подготовке к промежуточной аттестации.

Методические рекомендации рассмотрены на заседании кафедры пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Государственный надзор»)

Протокол №\_\_ от «\_\_»\_\_\_\_\_ 2024 г.

Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании методико-педагогического совета Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

Протокол № «\_\_» от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

№ п/п	Наименование раздела	Стр.
1.	Введение	4
2.	Методические рекомендации по изучению тем дисциплины	5
2.1	Тема 1. Теоретические основы управления безопасностью технологических процессов (производственных объектов защиты)	5
2.2	Тема 2. Основные технологические процессы, расчеты технологических параметров, типовое производственное оборудование, режимы работы и общие принципы обеспечения безопасности	9
2.3	Тема 3. Методы оценки пожарной опасности технологических процессов, основные расчетные методики и критерии опасности	17
2.4	Тема 4. Определение пожарного риска для производственных объектов	23
3.	Методические рекомендации для подготовки к промежуточной аттестации	27
4.	Словарь терминов по дисциплине «Расчет и проектирование систем обеспечения пожарной безопасности»	34

## ВВЕДЕНИЕ

Целями освоения дисциплины «Управление безопасностью технологических процессов» являются:

- формирование теоретических знаний о системе управления безопасностью технологических процессов;
- развитие навыков создания и разработки систем безопасности технологических процессов, а также организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности технологического оборудования и процессов современных производств.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших дисциплину «Управление безопасностью технологических процессов», являются:

- системы мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на обеспечение пожарной безопасности, включая профилактику пожаров.

По курсу дисциплины «Управление безопасностью технологических процессов» рассматриваются теоретические основы управления безопасностью опасных производственных объектов, в том числе с повышенной пожарной опасностью, режимы работы и общие принципы обеспечения безопасности типового производственного оборудования, методы оценки пожарной опасности технологических процессов и основные мероприятия, и технические устройства, направленные на обеспечение безопасности.

Основной задачей курса ставится выход на качественно новый уровень профессиональных знаний в области безопасности технологических процессов производств. Курс дисциплины «Управление безопасностью технологических процессов» ориентирован на тесную связь с научными направлениями МЧС России в области пожарной и промышленной безопасности.

Методические рекомендации включают в себя рекомендации по изучению дисциплины, рекомендации по организации самостоятельной работы магистров, рекомендации по подготовке к экзамену, рекомендации по подготовке магистерской диссертации, а также вопросы входного контроля, список основной и дополнительной литературы, краткое содержание вопросов изучаемых тем по дисциплине.

Методические материалы учебно-методического комплекса предназначены для формирования теоретических знаний и практических навыков по организации и управлению безопасностью технологических процессов, для применения методик и способов решения технических задач и проведения прикладных научных исследований в области обеспечения безопасности технологических процессов производств.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### Тема 1. Теоретические основы управления безопасностью технологических процессов (производственных объектов защиты).

Опасность современных производственных объектов и технологических процессов. Техническое регулирование в области промышленной и пожарной безопасности. Методы управления безопасностью технологических систем и процессов. Формирование научного подхода к вопросам управления безопасностью технологических процессов.

Автоматизированные системы управления безопасностью технологических процессов. Методы неразрушающего контроля технологического оборудования.

Понятие пожарных рисков и последовательность оценки пожарного риска на производственном объекте. Критерии опасности и порядок расчета пожарных рисков.

Нормативная правовая база в области промышленной и пожарной безопасности на производственных объектах защиты. Организация надзора за промышленной и пожарной безопасностью на производственных объектах защиты.

#### Вопросы для самостоятельной работы

1. Основные положения технического регулирования в области промышленной и пожарной безопасности (ПК-12).
2. Методы управления безопасностью технологических систем и процессов (ПК-20).
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (ПК-5, ПК-20).

#### Задачи, практические задания

№ 1. Дать заключение о выполнении условия аварийной эвакуации жидкости из вертикального цилиндрического аппарата, если допустимая продолжительность аварийного режима не должна превышать 15 мин.

Вид пожароопасной жидкости в аппарате, его диаметр и другие данные для расчета приведены в табл. 1 (ПК-5, ПК-12).

Таблица 1

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр аппарата, м	1,4	1,5	1,6	1,4	1,8	1,9	2,0	1,9	1,5	1,6
Высота аппарата, м	2,5	2,8	3,1	2,4	3,0	2,6	3,2	2,9	2,7	2,4
Степень заполнения, ε	0,85	0,9	0,75	0,8	0,95	0,9	0,7	0,75	0,95	0,85

Пожароопасная жидкость		Бензол	Пропиловый спирт	Толуол	Метиловый спирт	Уксусная кислота	Пропиловый спирт	Ацетон	Бензол	Этиловый спирт	Метиловый спирт
Температура жидкости, °С		22	24	29	23	28	27	24	26	31	25
Избыточное давление среды, МПа	в начале слива	0,05	0,0	0,07	0,10	0,06	0,03	0,0	0,04	0,0	0,05
	в конце слива	0,05	0,0	0,02	0,0	0,04	0,05	0,08	0,054	0,0	0,02
Коэффициент расхода системы		0,25	0,26	0,27	0,24	0,25	0,26	0,27	0,24	0,26	0,27
Диаметр аварийного трубопровода на выходе, мм		105	110	100	115	105	110	115	100	110	100
Высота столба жидкости в конце аварийного слива, м		2,5	3,4	3,0	2,7	3,1	2,8	3,2	2,6	3,3	2,9
Способ пуска системы в действие		ручной		автомат.		ручной		автомат.		ручной	

№ 2. На технологической установке промежуточная емкость бензола оборудована системой аварийной перекачки.

Предложить способ пуска системы в действие при возможном пожаре на установке. Диаметр и высота емкости, степень ее заполнения бензолом и другие данные для расчета приведены в табл. 2. (ПК-5, ПК-12, ПК-20).

Таблица 2

№ варианта		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр емкости, м		4,0	4,5	4,2	3,9	3,8	4,0	3,5	3,7	4,1	4,4
Высота емкости, м		4,0	3,5	3,7	4,1	4,4	3,8	4,5	4,2	3,9	4,0
Степень заполнения, ε		0,75	0,9	0,85	0,7	0,75	0,95	0,85	0,8	0,95	0,65
Расход бензола, м³/час	в начале перекачки	150	180	220	190	160	200	170	160	220	190
	в конце перекачки	120	140	210	190	140	180	150	150	200	180
Допустимая продолжительность аварийного режима, мин.		18	20	19	16	17	16	19	20	15	18

### Тесты

Укажите **один** правильный ответ.

Количество групп, на которые подразделяются технологические среды по пожаровзрывоопасности (ПК-5).

- 1) две
- 2) три
- 3) четыре
- 4) пять
- 5) шесть

Ответ:

Ответ:

Критерии оценки:

Правильный ответ – 1 балл; неправильный ответ – 0 баллов.

*Дополните предложение. Укажите цифру, под которой указан правильный ответ.*

Состояние объекта защиты, характеризующее возможность возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара называется ..... (ПК-12)

- 1) пожарной опасностью объекта защиты;
- 2) пожарной безопасностью объекта защиты;
- 3) пожарной опасностью веществ и материалов;
- 4) пожаровзрывобезопасностью.

Ответ:

Ответ:

Критерии оценки:

Правильный ответ – 1 балл; неправильный ответ – 0 баллов.

*Впишите на месте пропусков номера нормативных документов*

Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности осуществляется в соответствии с Федеральным законом № \_\_\_\_\_ и сводом правил \_\_\_\_\_. (ПК-5, ПК-12).

Правильный ответ: 123 и 12.13130.2009.

Критерии оценки:

Правильный ответ – 1 балл; неправильный ответ – 0 баллов.

*Выберите **три** правильных ответа и запишите цифры, под которыми они указаны.*

К нормативным правовым актам Российской Федерации по пожарной безопасности обязательным для исполнения относятся (ПК-12).

- 1) своды правил
- 2) своды правил и национальные стандарты
- 3) федеральные законы Российской Федерации
- 4) технические регламенты, принятые в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании»

5) нормативные правовые акты Российской Федерации, устанавливающие обязательные для исполнения требования пожарной безопасности

Ответ:

--	--	--

Ответ:

3	4	5
---	---	---

Критерии оценки:

Правильный ответ – 2 балла. Порядок записи символов в ответе значения не имеет.

1 балл выставляется, если только один из элементов ответа соответствует эталону или только один элемент отсутствует. Во всех других случаях выставляется 0 баллов.

*Установите соответствие между характеристикой и названием технологической среды по пожаровзрывоопасности. Одному элементу из левого столбика соответствует один элемент из правого столбика. Запишите в таблицу выбранные буквы под соответствующими цифрами (ПК-5).*

Характеристика технологической среды	Название технологической среды
1. Если отсутствуют горючая среда и (или) окислитель, то среда относится	А) к безопасной среде
2. Если возможно образование горючей среды, а также появление источника зажигания достаточной мощности для возникновения пожара, то среда относится	Б) к взрывоопасной среде
3. Если возможно образование смесей окислителя с горючими газами, парами легковоспламеняющихся жидкостей, горючими аэрозолями и горючими пылями, в которых при появлении источника зажигания возможно инициирование взрыва и (или) пожара, то среда относится	В) к пожароопасной среде
4. Если возможно образование смесей воздуха с горючими газами, парами легковоспламеняющихся жидкостей, горючими жидкостями, горючими аэрозолями и горючими пылями или волокнами и если при определенной концентрации горючего и появлении источника инициирования взрыва	Г) к умеренно опасной среде
	Д) к пожаробезопасной среде
	Е) к пожаровзрывоопасной среде



(источника зажигания) среда способна взрываться, то среда относится	
---	--

Ответ:

1	2	3	4

Ответ:

1	2	3	4
Д	В	Е	Б

Критерии оценки:

Полное правильное выполнение задания – 2 балла;

1 балл выставляется, если на любой одной позиции ответа записан не неправильный ответ.

Во всех других случаях выставляется 0 баллов.

#### Темы докладов

1. Пожарная опасность ректификационных установок и обеспечение пожарной безопасности (ПК-5, ПК12).
2. Пожарная опасность технологических установок с открытой поверхностью испарения ЛВЖ и ГЖ и способы обеспечения пожарной безопасности (ПК-5, ПК12).
3. Пожарная опасность установок для проведения процессов сорбции и рекуперации и способы обеспечения пожарной безопасности (ПК-5, ПК12).
4. Пожарная опасность процессов механической обработки твердых горючих веществ и материалов и способы обеспечения пожарной безопасности (ПК-5, ПК12).
5. Пожарная опасность устройств для передавливания жидкостей сжатыми газами и способы обеспечения пожарной безопасности (ПК-5, ПК12).
6. Пожарная опасность ремонтных огневых работ на технологическом оборудовании и способы обеспечения пожарной безопасности (ПК-5, ПК12).

#### Темы рефератов (научных проектов)

1. Современные научно-технические разработки, направленные на обеспечение безопасной работы технологического оборудования с пожаровзрывоопасными средами (ПК-12).
2. Способы снижения и оптимизации количества горючих веществ и материалов, обращающихся в технологическом процессе (ПК-12).

## Тема 2 Основные технологические процессы, расчеты технологических параметров, типовое производственное оборудование, режимы работы и общие принципы обеспечения безопасности

### Вопросы для самостоятельной работы

1. Материалы, применяемые для изготовления технологического оборудования (ПК-5).
2. Поведение конструкционных материалов при повышенных и пониженных температурах (ПК-5).
3. Поведение конструкционных материалов при повышенных давлениях и в агрессивных средах. Показатели пожаровзрывоопасности и пожарной опасности веществ и материалов (ПК-5).
4. Классификация пожаровзрывоопасности и пожарной опасности веществ и материалов (ПК-5).
5. Основные требования к конструкции аппаратов (ПК-12).
6. Основные требования к технологическому оборудованию (ПК-12).
7. Оформление отчета по лабораторной работе «Исследование способов предотвращения пожаров на технологическом оборудовании с пожаровзрывоопасными технологическими средами» (ПК-5, ПК-12, ПК-20).
8. Оформление отчета по лабораторной работе «Исследование способов противопожарной защиты технологического оборудования с пожаровзрывоопасными технологическими средами» (ПК-5, ПК-12, ПК-20).

### Задачи, практические задания

№ 1. При эксплуатации в течение  $\tau$  лет трубопровода произошло постепенное снижение давления продукта на выходе, что привело к уменьшению его расхода. Было принято решение повысить давление на входе в трубопровод на величину падения давления  $\Delta p$ .

Дать заключение об опасности повреждения трубопровода при реализации принятого решения.

Длина трубопровода 1,5 км. Он имеет 6 плавных поворотов ( $R/d = 2,5$ ) с углом  $90^\circ$  и две полностью открытые задвижки. При эксплуатации трубопровода происходит уменьшение его сечения за счет образования отложений. Начальное давление на входе в трубопровод 2,4 МПа.

Вид продукта, его температура  $t_p$ , расход в начале эксплуатации  $Q$ , внутренний диаметр трубопровода  $d_1$  (без отложений), толщина стенок трубы  $S$  (по проекту), продолжительность эксплуатации трубопровода  $\tau$  и степень уменьшения проходного сечения трубопровода при образовании отложений  $\epsilon$  приведены в табл. 1. Скорость коррозии материала труб (стали 09Г2С) принять равной 0,02 мм/год. Коэффициент сварного шва  $\phi = 0,85$ . (ПК-5, ПК-12).

Таблица 1

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Продукт	Бензол		Метанол		Пропанол		Этанол		Ацетон	
$t_p, ^\circ\text{C}$	10	20	20	15	20	30	15	20	20	15
$Q, \text{м}^3/\text{с}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2
$d_1, \text{мм}$	0,08	0,1	0,15	0,2	0,12	0,14	0,22	0,15	0,18	0,21
$\varepsilon$	0,1	0,2	0,15	0,25	0,1	0,15	0,2	0,25	0,1	0,2
$S, \text{мм}$	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4
$\tau, \text{лет}$	10	12	15	20	8	16	18	9	11	14

№ 2. Горизонтальная цилиндрическая емкость, которая использовалась в качестве ресивера сжатого воздуха, в процессе реконструкции производства была приспособлена для хранения сжиженного газа. Емкость расположена на открытой площадке; изготовлена из стали 20. Внутренний диаметр емкости 2,6 м; высота – 4 м; толщина стенок 6 мм; коэффициент сварного шва  $\phi = 0,8$ . Рабочее давление сжатого воздуха в ресивере составляло 0,5 МПа. В процессе эксплуатации емкости выяснилось, что она может быть полностью заполнена сжиженным газом и герметично отключена от соседних аппаратов.

Определить: приращение давления сжатого воздуха в ресивере до его реконструкции при изменении температуры окружающей среды; приращение давления в емкости, полностью заполненной сжиженным газом; допустимую степень заполнения емкости сжиженным газом. Рабочее давление сжиженного газа  $p_n = 1,0$  МПа. Принять коэффициент сжимаемости воздуха  $z = 0,87$ .

Вид сжиженного газа, начальная  $t_n$  и конечная  $t_k$  температуры продукта в аппарате и окружающей среды приведены в табл. 2. (ПК-5, ПК-20).

Таблица 2.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сжиженный газ	Сероводород	Хлор	Аммиак	Сероводород	Хлор	Аммиак	Хлор	Сероводород	Аммиак	Хлор
$t_n, ^\circ\text{C}$	5	10	15	20	25	0	5	10	15	20
$t_k, ^\circ\text{C}$	20	25	30	40	45	15	25	30	30	40

№ 3. В нижнюю часть ректификационной колонны, работающей под разрежением, подается водяной пар для снижения температуры кипения продукта. На участке паропровода длиной  $l$  от дренажной системы до колонны может скапливаться водный конденсат (особенно при пуске колонны в работу). Оценить опасность разрушения ректификационной колонны при вскипании попавшего из паропровода водного конденсата. Величина разрежения в колонне  $p_v$ , рабочая температура  $t_p$ , внутренний

диаметр  $D$  и высота колонны  $H$ , степень заполнения ее продуктом  $\varepsilon$ , а также внутренний диаметр паропровода  $d$  и расстояние до дренажной задвижки  $l$  приведены в табл. 3. Материал стенок колонны – сталь 20, толщина стенок колонны (по проекту)  $S = 6$  мм, износ от коррозии достигает 0,8 мм. (ПК-5, ПК-12, ПК-20).

Таблица 3

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p_p$ , МПа	0,02	0,05	0,03	0,01	0,04	0,02	0,05	0,01	0,03	0,04
$t_p$ , °C	430	420	410	400	390	430	420	410	400	390
$D$ , м	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	1,4	1,5
$H$ , м	21	20	18	22	20	17	18	15	20	22
$\varepsilon$	0,4	0,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,4	0,6	0,6	0,4
$d$ , мм	80	90	110	100	90	80	120	100	80	110
$l$ , м	40	60	50	30	40	50	60	50	30	20

№ 4. Для охлаждения горючей жидкости на производстве предусмотрено использование кожухотрубного теплообменника типа ТН (с жестким корпусом и неподвижными трубными решетками). Оценить возможность повреждения корпуса и труб теплообменника от чрезмерных температурных напряжений, которые могут возникнуть в процессе его эксплуатации. Дать заключение о необходимости устройства на корпусе теплообменника линзового компенсатора и разработать техническое задание на его проектирование. Конструктивные параметры теплообменника, а также характеристики сред в трубном и межтрубном пространствах теплообменника приведены в табл. 4 и 5. (ПК-5, ПК-12, ПК-20).

Таблица 4

№ варианта		1	2Б	3	4	5	6	7	8	9	0
Корпус	материал	16ГС	20	16ГС	20	16ГС	20	16ГС	20	16ГС	20
	диаметр внутренний ( $D_v$ ), м	0,4	0,4	0,45	0,45	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
	толщина ( $S_k$ ), мм	3	4	3	4	4	4	4	5	5	5
	длина ( $L$ ), м	2,0	3,0	2,5	4,5	3,5	4,0	2,5	4,0	3,5	3,0
Трубки	материал	20	20	16ГС	16ГС	20	20	16ГС	16ГС	16ГС	20
	диаметр наружный ( $d_n$ ), мм	25	25	25	25	38	25	38	25	25	38
	толщина ( $S_r$ ), мм	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	число трубок ( $z$ )	121	121	137	137	141	211	121	283	361	241

Таблица 5

Показатель		Вариант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Б
Давление (изб.), МПа	в межтрубном пространстве ( $p_k$ )	0,6	0,3	0,2	0,8	0,5	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3
	в трубном пространстве ( $p_r$ )	2,4	1,8	1,4	2,5	2,6	1,7	2,0	1,9	2,0	1,6
	в межтрубном пространстве ( $t_k$ )	110	60	90	130	100	105	95	80	70	105
	в трубном пространстве ( $t_r$ )	280	160	250	300	250	270	230	240	230	275
Прибавка на коррозию ( $C$ ), мм		1,5	1,7	0,8	0,6	0,7	0,5	1,1	0,9	1,4	1,3
Горючая жидкость		Масло АМТ-300Т		Масло вазелиновое		Масло машинное		Масло компрессо рное		Масло веретенное	

№ 5. Подготовить техническое задание на разработку концевой гравийного огнепреградителя (определить основные параметры огнепреградителя), установленного на продувочной линии аппарата. Давление в линии продувки близко к атмосферному ( $1 \cdot 10^5$  Па). Вид горючего газа и другие данные для расчета принять по табл. 6 и 7. (ПК-5, ПК-20).

Таблица 6

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Горючий газ	н-Бутан	Ацетилен	Аммиак	Метан	Оксид углерода (CO)	Пропан	Сероводород	Метан	Водород	Этилен

Таблица 7

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Температура горючей смеси, °С	10	30	35	20	10	15	25	35	20	15
Расход горючей смеси, м <sup>3</sup> /ч	130	150	200	190	180	170	220	210	160	140

№ 6. Произвести расчетное обоснование непрерывной отражающей паровой завесы для защиты технологической трубчатой печи. Характеристика климатических условий месторасположения объекта приведена в табл. 8 Высоту печи и другие данные для расчета принять по табл 9. (ПК-5, ПК-12, ПК-20).

Таблица 8

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Средняя температура наиболее холодного периода $t_{в}$ , °С	-16	-26	-20	-10	-23	-30	-32	-13	-28	-35
Скорость ветра $w_{в}$ , м/с	2	3	4	6	2	3	4	6	2	6

Таблица 9

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Периметр защищаемой зоны $P$ , м	18	20	24	22	24	40	22	30	36	38
Высота защищаемой зоны печи $H$ , м	8	9	5	3	8	6	5	4	7	4
Давление насыщенного водяного пара в коллекторе $p_1$ , МПа	0,8	1,3	1,5	1,0	1,4	1,0	1,2	1,3	0,9	1,0
Высота бетонных опор $h_6$ , м	0,35	0,2	0,2	0,2	0,45	0,35	0,25	0,35	0,35	0,3
Расстояние от опор до верхней кромки ограждения $h$ , м	0,55	0,6	0,5	0,45	0,55	0,55	0,6	0,45	0,55	0,5

№ 7. Произвести поверочный расчет самотечной системы аварийного слива из вертикальных цилиндрических аппаратов. Данные для расчетов приведены в табл. 10 и 11. Трассировка трубопровода аварийного слива приведена на рис. 4 приложения, а длины его линейных участков приведены в примечании к табл. 11. (ПК-5, ПК-12, ПК-20).

Таблица 10

№ варианта		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Продукт		Ацетон	Метанол	Бензол	Ацетон	Толуол	Уксусная кислота	Бензол	Этанол	Толуол	Метанол
Рабочая температура, °С		15	20	15	20	25	30	20	25	15	15
Допустимое (абсолютное) давление в аппарате, МПа		0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	0,5	0,6	0,2	0,3	0,4
Аппарат	Диаметр, м	1,2	1,1	1,8	2,4	1,5	1,5	1,5	1,2	2,2	3,2
	Высота, м	2,0	1,8	2,0	2,2	1,8	2,1	2,5	2,0	2,6	3,0
	Степень заполнения	0,8	0,7	0,75	0,9	0,8	0,85	0,65	0,6	0,7	0,6
Количество одновременно сливаемых аппаратов		3		4		2		1		3	

Таблица 11

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Допустимая продолжительность	10		12		15		18		20	

аварийного режима, мин					
Привод системы в действие	ручной	автомат.	ручной	автомат.	ручной
Состояние аварийного трубопровода	Новые стальные трубы		Старые стальные трубы		

Примечание. 1. Длины участков трубопровода в м:  $l_1 = 0,5$ ;  $l_2 = 2,6$ ;  $l_3 = 2D$ ;  $l_4 = 0,5D + 1,0$ ;  $l_5 = 5,4$ ;  $l_6 = 1,5$ ;  $l_7 = 2,0$ ;  $l_8 = 5,6$ ;  $l_9 = 0,6$ .

2. Внутренний диаметр аварийного трубопровода  $d_{\text{вн}} = 80$  мм, толщина стенки  $S_{\text{ст}} = 3$  мм.

## Тесты

*Выберите один неправильный вариант ответа. Номер выбранного ответа запишите в соответствующую ячейку снизу. За верный ответ Вы получаете 1 балл, за неверный – 0 баллов.*

Поражающим действием избыточного давления при сгорании газо-, паро- или пылевоздушных смесей в открытом пространстве является (ПК-5):

- 1) полное разрушение зданий
- 2) 50 %-ное разрушение зданий
- 3) непереносимая боль через 3 - 5 с после воздействия
- 4) повреждения человека волной давления

Ответ

**Правильный ответ: 3**

*Впишите численное значение правильного ответа в место пропуска текста. За верный ответ Вы получаете 1 балл, за неверный – 0 баллов.*

Предельно допустимое избыточное давление при сгорании газо-, паро- или пылевоздушных смесей в открытом пространстве, при котором наступает полное разрушение зданий, составляет \_\_\_\_\_ кПа (ПК-5).

**Правильный ответ: 100**

*Впишите наименование правильного ответа (буквенное обозначение с наименованием категории) в место пропуска текста. За верный ответ Вы получаете 1 балл, за неверный – 0 баллов.*

Помещение, в котором находятся (обрабатываются) негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива относятся к категории \_\_\_\_\_ (ПК-5):

**Правильный ответ: Г - умеренная пожароопасность**

*Выберите **два неправильных** варианта ответа из предложенных. Номера выбранных ответов запишите через запятую в соответствующую ячейку снизу. За верный ответ Вы получаете 2 балла, за частично верный ответ – 1 балл, за неверный – 0 баллов.*

К основным способам обеспечения безопасной эксплуатации технологического оборудования от температурных воздействий относятся (ПК-12):

- 1) применение двустенных аппаратов
- 2) установка температурных компенсаторов
- 3) обеспечение плавности изменения давления, предусмотренной соответствующими документами
- 4) использование автоматических регуляторов температуры
- 5) защита наружных аппаратов теплоизоляцией

--	--

 Ответ:

**Правильный ответ: 1, 3**

*Выберите **три** правильных варианта ответа из предложенных. Правильные ответы запишите через запятую в соответствующую ячейку снизу. За верный ответ Вы получаете 3 балла, за частично верный ответ – 1 балл, за неверный – 0 баллов.*

В производственных зданиях помещения разных категорий А, Б, В1, В2, В3 отделяются от помещений категорий В4, Г и Д и коридоров противопожарными перегородками и противопожарными перекрытиями следующих типов (ПК-12):

- 1) в зданиях I степени огнестойкости - противопожарными перегородками 1-го типа, противопожарными перекрытиями (междуэтажными и над подвалом) 1-го типа
- 2) в зданиях II степени огнестойкости - противопожарными перегородками 2-го типа и противопожарными перекрытиями (междуэтажными и над подвалом) 2-го типа
- 3) в зданиях I степени огнестойкости - противопожарными перегородками 1-го типа, противопожарными перекрытиями (междуэтажными и над подвалом) 2-го типа
- 4) в зданиях II и III степеней огнестойкости - противопожарными перегородками 1-го типа и противопожарными перекрытиями (междуэтажными и над подвалом) 3-го типа
- 5) в зданиях IV степени огнестойкости классов пожарной опасности С0, С1 – противопожарными перегородками 2-го типа и противопожарными перекрытиями 3-го типа
- 6) в зданиях II степени огнестойкости - противопожарными перегородками 1-го типа



			Ответ:
--	--	--	--------

**Правильный ответ: 3, 4, 5**

### Темы рефератов (научных проектов)

1. Технологическое оборудование для транспортировки горючих веществ и материалов, способы обеспечения пожарной безопасности (ПК-5, ПК-12).
2. Пожарная опасность и обеспечение пожарной безопасности экзотермических процессов (ПК-5, ПК-12)..
3. Пожарная опасность и обеспечение пожарной безопасности эндотермических процессов (ПК-5, ПК-12)..
4. Пожарная опасность и обеспечение пожарной безопасности процессов абсорбции (ПК-5, ПК-12)..
5. Пожарная опасность и обеспечение пожарной безопасности процессов адсорбции (ПК-5, ПК-12)..

### **Тема 3 Методы оценки пожарной опасности технологических процессов, основные расчетные методики и критерии опасности**

#### Вопросы для самостоятельной работы

1. Назначение и основные положения методики анализа пожарной опасности технологических процессов.
2. Принципы и критерии категорирования зданий, сооружений, строений и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.
3. Характеристика категорий зданий, сооружений, строений и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности. Методы расчета.
4. Принципы и критерии категорирования наружных установок по пожарной опасности.
5. Характеристика категорий наружных установок по пожарной опасности. Методы расчета.

#### Задачи, практические задания

№ 1. Определить объем зоны взрывоопасных концентраций, который может образоваться вследствие полного испарения выходящей наружу горючей жидкости при локальном повреждении днища аппарата (авария ликвидирована через 10 мин).

Вентиляция в помещении отсутствует. Свободный объем помещения  $(850N_2) \text{ м}^3$ , а площадь пола  $(120N_2) \text{ м}^2$  (здесь  $N_2$  – номер варианта задачи). Диаметр отверстия в днище аппарата  $d_{\text{отв}}$ , вид ЛВЖ, рабочее давление в аппарате  $p_p$ , температура жидкости и воздуха в помещении  $t_p$ , а также высота столба жидкости  $H$  приведены в табл. 1. Коэффициент расхода принять равным 0,4. (ПК-5)

Таблица 1

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Жидкость	Ацетон	Толуол	Этанол	Бензол	Метанол	Ацетон	Этанол	Метанол	Бензол	Толуол
$d_{отв}$ , мм	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	4,5	4	3,5
$p_p$ , МПа	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55
$t_p$ , °C	20	18	26	20	22	18	20	28	26	22
$H$ , м	5	4	3	2	1	2	3	4	5	3

№ 2. Определить объем зоны взрывоопасных концентраций и продолжительность образования ВОК во всем объеме производственного помещения при локальном повреждении аппарата с горючим газом (повреждение ликвидировано через 15 мин). Помещение оборудовано аварийной вентиляцией кратностью  $A$  ч<sup>-1</sup>. Вид горючего газа, диаметр отверстия в стенке аппарата  $d_{отв}$ , рабочее давление в аппарате  $p_p$ , геометрический объем помещения  $V_{п}$  приведены в табл. 2. Коэффициент расхода принять равным 0,65, а температуру газа в аппарате принять равной 20 °C. Коэффициент свободного объема помещения равен 0,8. (ПК-5)

Таблица 2

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Горючий газ	Этан	Этилен	Метан	Сероводород	Водород	Аммиак	Этан	Этилен	Метан	Водород
$d_{отв}$ , мм	15	20	25	30	10	15	20	25	20	15
$p_p$ , МПа	0,8	0,9	1,0	0,5	1,2	1,1	1,0	0,8	0,4	0,9
$V_{п}$ , м <sup>3</sup>	600	900	1200	2000	1500	1200	1600	2000	2400	800
$A$ , 1/ч	4	5	6	7	8	9	4	7	8	10

№ 3. Во всасывающий коллектор газового компрессора, работающего под разрежением, подсасывается воздух, через образовавшуюся трещину в сварном соединении. Компрессор сжимает чистый горючий газ.

Определить концентрацию воздуха и газа в коллекторе после его повреждения и дать заключение о пожаровзрывоопасности образующейся газозооушной смеси, если температура газа в коллекторе  $t_p = 40$  °C, а окружающего воздуха  $t_b = 20$  °C. Вид горючего газа в коллекторе, площадь отверстия  $f_{отв}$ , расход газа  $q$  и разрежение в коллекторе  $p_p$  приведены в табл. 3. Коэффициент расхода следует принять равным 0,27. (ПК-5, ПК-20)

Таблица 3

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Горючий газ	Ацетилен	Водород	Оксид углерода (CO)	Этан	Ацетилен	Метан	Оксид углерода (CO)	Водород	Этан	Метан
$f_{отв}, \text{мм}^2$	8	10	12	14	16	18	20	21	22	23
$q, \text{м}^3/\text{ч}$	0,5	2,5	10,7	8,8	6,9	12,0	4,1	7,2	8,3	1,4
$p_p \cdot 10^{-3}, \text{МПа}$	20	10	4	0,6	15	0,1	8	0,2	12	20

№ 4. Предложить обоснованные расчетами мероприятия противопожарной защиты, направленные на уменьшение площади разлива жидкости по полу производственного помещения при полном разрушении аппарата. В момент аварии производилась закачка жидкости в аппарат центробежным насосом по трубопроводу диаметром 0,07 м. Отключение насоса и задвижек на трубопроводе производится вручную. Объем аппарата, степень его заполнения (на момент аварии) пожароопасной жидкостью, а также другие данные для расчета приведены в табл. 4. (ПК-12, ПК-20)

Таблица 4

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Продукт	Ацетон	Толуол	Этанол	Метанол	Бензол	Ацетон	Толуол	Этанол	Метанол	Бензол
Объем аппарата, $\text{м}^3$	0,5	0,8	1,0	1,5	1,8	2,0	2,3	2,9	3,0	3,5
Степень заполнения, $\varepsilon$	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6	0,9	0,95	0,85	0,7	0,75
Производительность насоса, л/с	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,5	1,5
Длина трубопровода, м	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5
Температура жидкости и воздуха, $^{\circ}\text{C}$	18	20	25	17	22	23	21	26	19	24
Площадь пола, $\text{м}^2$	140	120	100	80	150	130	110	150	170	180

№ 5. Определить продолжительность образования взрывоопасной смеси во всем объеме помещения компрессорной станции и предельно допустимую для людей (исходя из условий взрывобезопасности) массу этилена, поступившего в помещение компрессорной станции при аварии нагнетательного трубопровода.

Рассмотреть следующие 2 ситуации: в момент аварии была включена аварийная вентиляция кратностью  $A \text{ ч}^{-1}$  и аварийная вентиляция не работала. Температура этилена в трубопроводе  $t_p = 15^{\circ}\text{C}$ . Давление этилена в трубопроводе  $p_p$ , диаметр трубопровода  $d_{тр}$ , свободный объем помещения  $V_{св}$  приведены в табл. 5. Коэффициент расхода принять равным 0,65. (ПК-5, ПК-20)

Таблица 5

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p_p$ , МПа	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	2,8	1,8	1,2	0,8	1,1
$d_{тр}$ , мм	50	70	80	90	60	55	75	85	65	45
$V_{св} \cdot 10^{-3}$ , м <sup>3</sup>	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	4	4,5
$A$ , 1/ч	10	12	8	9	11	15	13	12	14	10

№ 6. В помещении комбикормового цеха размерами 48×24×12 м удаление мучной пыли из головок элеваторов осуществляется системой пневмотранспорта в сборник-сепаратор пыли. Коэффициент свободного объема помещения равен 0,7.

Дать заключение о возможности образования взрывоопасной пылевоздушной смеси во всем объеме помещения цеха при аварии на производстве.

Доля горючей пыли в общей массе отложений пыли равна 0,8, а дисперсность горючей пыли не превышает 350 мкм. В момент аварии в сепараторе находилось  $m_{ап}$  кг мучной пыли. Система пневмотранспорта отключается вручную. Производительность системы пневмотранспорта  $q$ , коэффициент эффективности пылеуборки  $K_y$  приведены в табл. 6. Нижний концентрационный предел распространения пламени мучной пыли принять равным 37 г/м<sup>3</sup>. Насыпная плотность пыли 350 кг/м<sup>3</sup>. За период времени между уборками толщина слоя пыли на доступных для уборки поверхностях площадью 1000 м<sup>2</sup> составила  $\delta_d$  мм, а на недоступных для уборки поверхностях площадью 400 м<sup>2</sup> –  $\delta_n$  мм. (ПК-5, ПК-12)

Таблица 6

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\delta_d$ , мм	0,1	0,05	0,08	0,07	0,12	0,03	0,09	0,08	0,1	0,11
$\delta_n$ , мм	0,15	0,12	0,15	0,13	0,16	0,15	0,16	0,17	0,15	0,17
$m_{ап}$ , кг	12	20	10	25	15	18	22	28	14	21
$q$ , кг/мин	0,03	0,02	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03
$K_y$	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,8

### Тесты

Выберите **один неправильный** вариант ответа. Номер выбранного ответа запишите в соответствующую ячейку снизу. За верный ответ Вы получаете 1 балл, за неверный – 0 баллов.

Поражающим действием избыточного давления при сгорании газо-, паро- или пылевоздушных смесей в открытом пространстве является (ПК-5):

- 1) полное разрушение зданий
- 2) 50 %-ное разрушение зданий
- 3) непереносимая боль через 3 - 5 с после воздействия
- 4) повреждения человека волной давления

Ответ

**Правильный ответ: 4**

*Впишите численное значение правильного ответа в место пропуска текста. За верный ответ Вы получаете 1 балл, за неверный – 0 баллов.*

Предельно допустимое избыточное давление при сгорании газо-, паро- или пылевоздушных смесей в открытом пространстве, при котором наступает повреждение человека, составляет \_\_\_\_\_ кПа (ПК-5).

**Правильный ответ: 5**

*Выберите **два** неправильных варианта ответа из предложенных. Номера выбранных ответов запишите через запятую в соответствующую ячейку снизу. За верный ответ Вы получаете 2 балла, за частично верный ответ – 1 балл, за неверный – 0 баллов.*

К основным способам обеспечения безопасной эксплуатации технологического оборудования от механических воздействий относятся (ПК-12, ПК-20):

- 1) применение двустенных аппаратов
- 2) установка температурных компенсаторов
- 3) обеспечение плавности изменения давления, предусмотренной соответствующими документами
- 4) проектирование предохранительных мембран
- 5) защита наружных аппаратов теплоизоляцией

Ответ:

**Правильный ответ: 3,4**

*Укажите **три** правильных ответа. За правильный ответ на каждое задание ставится 2 балла; если допущена одна ошибка – 1 балл, допущены две и более ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.*

По способности гореть вещества и материалы классифицируют на (ПК-5):

- 1) горючие;
- 2) негорючие;
- 3) сильногорючие;
- 4) трудногорючие;
- 5) умеренногорючие;
- 6) среднегорючие.

Ответ: \_\_\_\_\_

**Правильный ответ: 1,2,4**

Составьте последовательность цифр, которую следует записать в поле для ответа через запятую. За правильный ответ на каждое задание №16–17 ставится 2 балла; если допущена одна и более ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

Вещества в порядке увеличения степени их пожарной опасности по значению температуры самовоспламенения ( $T_{\text{св}}$ ) находятся в следующей последовательности:

- 1) амилбензол ( $T_{\text{св}} = 430^\circ\text{C}$ );
- 2) бутаналь ( $T_{\text{св}} = 230^\circ\text{C}$ );
- 3) додекан ( $T_{\text{св}} = 202^\circ\text{C}$ );
- 4) метилвалериат ( $T_{\text{св}} = 420^\circ\text{C}$ );
- 5) пропанол-1 ( $T_{\text{св}} = 371^\circ\text{C}$ ).

Ответ: \_\_\_\_\_

**Правильный ответ: 1, 4, 5, 2, 3**

Установите соответствие между позициями первого столбца «Наименование категории помещения» и второго столбца «Буквенное обозначение», чтобы одной позиции первого столбца соответствовала только одна позиция второго, повтор используемых позиций запрещен. Правильные ответы соответствия первого и второго столбца запишите в таблице снизу: выбранные буквы под соответствующими цифрами. За верный ответ Вы получаете 4 балла, за частично верный ответ (2 ответа из 4-х верные) – 2 балла, за неверный (больше 2-х неверных ответов) – 0 баллов.

Обозначения категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности (ПК-5):

Наименование категории помещения	Буквенное обозначение
1) Взрывопожароопасность	А) А
2) Пожароопасность	Б) Б
3) Повышенная взрывопожароопасность	В) В
4) Пониженная пожароопасность	Г) Г
	Д) Д
	Е) В1-В4

Ответ:

1	2	3	4

**Правильный ответ:**

1	2	3	4
Б	Е	А	Д

### Темы докладов

1. Производственные источники зажигания и способы их изоляции от горючей среды (ПК-12, ПК-20).
2. Огнезадерживающие устройства на производственных коммуникациях, устройство, принцип действие и совершенствование конструкции (ПК-5).
3. Требования пожарной безопасности к технологическому оборудованию с обращением пожароопасных, пожаровзрывоопасных и взрывоопасных технологических сред (ПК-5, ПК-12).
4. Техническое регулирование промышленной и пожарной безопасности (ПК-12).
5. Пожарные риски, применение для оценки пожарной опасности (ПК-12, ПК-20).

### Темы рефератов (научных проектов)

1. Способы снижения и оптимизации количества горючих веществ и материалов, обращающихся в технологическом процессе (ПК-5).
2. Разработка устройств и способов защиты технологического оборудования от разрушений при взрыве (ПК-12).

### **Тема 4 Определение пожарного риска для производственных объектов**

#### Вопросы для самостоятельной работы

1. Потенциальный пожарный риск на территории объекта и в селитебной зоне вблизи объекта (ПК-5).
2. Потенциальный риск в зданиях объекта (ПК-5).
3. Индивидуальный пожарный риск в зданиях и на территории объекта (ПК-5).
4. Процедура построения логического дерева событий (ПК-20).
5. Методы оценки опасных факторов пожара (ПК-12, ПК-20).

#### Задачи, практические задания

№ 1. Рассматривается одноэтажная контроллерная управления технологическими процессами на производстве. В рассматриваемом здании расположены:

- помещение контроллерной площадью  $S = 72 \text{ м}^2$  ;
- помещение электрооборудования площадью  $S = 44 \text{ м}^2$  ; - помещение трансформаторной  $S = 104 \text{ м}^2$  ;
- коридор  $S = 20 \text{ м}^2$  ;
- тамбур  $S = 4,5 \text{ м}^2$  .

Высота помещений составляет  $h = 5 \text{ м}$ . Ширина дверных проемов в рассматриваемом здании составляет  $a = 1 \text{ м}$ , высота дверных проемов составляет  $b = 2 \text{ м}$ . Требуется определить расчетные величины

потенциального пожарного риска в помещениях рассматриваемого здания и индивидуального пожарного риска для персонала, обслуживающего здание. Для расчета значений потенциального риска рассматриваются сценарии проектных пожаров, по которым пожар может возникнуть в каждом из помещений здания. Расчет распространения опасных факторов пожара для сценариев проектного пожара №1 и №2 проводится с помощью зонной модели пожара в здании, для сценария №3 проектного пожара проводится с помощью интегральной модели пожара в здании (ПК-5, ПК-20).

№ 2. В качестве наружной установки рассматривается резервуарный парк бензина, условно размещаемый на территории производственного объекта в Московском регионе. В состав резервуарного парка бензина входят 2 резервуара (резервуары №1 и №2) объемом по 10000 м<sup>3</sup> каждый (диаметр резервуара 34,2 м, высота – 11,92 м) и 2 трубопровода бензина (вход и выход продукта из каждого резервуара осуществляется по одному патрубку) диаметром 900 мм, суммарная длина трубопроводов парка (L<sub>труб.</sub>) составляет 200 м. Резервуары стальные вертикальные цилиндрические с купольной крышей без понтона. Парк имеет ограждающую стену, рассчитанную на гидростатическое давление разлившейся жидкости. Площадь внутри обвалования (ограждения) парка составляет 7000 м<sup>2</sup>. Резервуарный парк предназначен для хранения бензина (бензин марки АИ-93). Защита резервуаров от нагрева, деформации и разрушения во время пожара осуществляется при помощи стационарных установок водяного орошения, в качестве которых в парке предусматриваются кольца орошения. Провести расчет обусловленных возможными пожарами на наружной установке производственного объекта величин индивидуального и социального риска. (ПК-5, ПК-12)

### Тесты

*Выберите один правильный вариант ответа. Проставьте номер правильного ответа в соответствующую ячейку внизу. За верный ответ Вы получаете 1 балл, за неверный – 0 баллов.*

Зона, в которой люди защищены от воздействия опасных факторов пожара или в которой опасные факторы пожара отсутствуют– это (ПК-12):

- 1) объект защиты.
- 2) безопасная зона;
- 3) аварийный выход;
- 4) эвакуационный путь;
- 5) эвакуационный выход;

Ответ:

**Правильный ответ: 2**

*Выберите один правильный вариант ответа. Проставьте номер правильного ответа в соответствующую ячейку внизу. За верный ответ Вы получаете 1 балл, за неверный – 0 баллов.*



Пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара – это (ПК-5):

- 1) социальный пожарный риск
- 2) индивидуальный пожарный риск
- 3) частота реализации пожароопасных ситуаций
- 4) частота реализации опасного фактора пожара

Ответ:

**Правильный ответ: 2**

*Впишите на месте пропуска **правильный** ответ. За верный ответ Вы получаете 1 балл, за неверный – 0 баллов.*

Индивидуальный пожарный риск определяется как \_\_\_\_\_ значение пожарного риска из всех рассмотренных в расчете сценариев пожара (ПК-5)

**Правильный ответ: максимальное**

*Выберите **два правильных** варианта ответа из предложенных. Номера правильных ответов запишите через запятую в соответствующую ячейку внизу. За верный ответ Вы получаете 2 балла, за неверный – 0 баллов.*

Определение расчетных величин пожарного риска осуществляется на основании (ПК-5):

- 1) анализа пожарной опасности зданий
- 2) определения частоты возникновения пожара
- 3) критических для жизни и здоровья людей значениях опасных факторов пожара, взрыва
- 4) последовательности событий от исходного до конечного события на логическом дереве
- 5) наиболее вероятных событиях, которые могут являться причинами пожароопасных ситуаций на объектах
- 6) моделировании динамики опасных факторов пожара на территории объекта и прилегающей к нему территории

Ответ:

**Правильный ответ: 3, 6**

*Установите правильную последовательность. Расположите в правильном порядке номера вариантов ответа и запишите их через запятую в ячейку внизу. За верный ответ Вы получаете 4 балла, за частично верный ответ (3 ответа из 5 верные) – 2 балла, за неверный (больше 2-х неверных ответов) – 0 баллов.*

Определение расчетных величин пожарного риска осуществляется на основании (ПК-12, ПК-20):

- 1) анализа пожарной опасности зданий
- 2) учета состава системы обеспечения пожарной безопасности зданий
- 3) построения полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития
- 4) определения частоты возникновения пожара (частоты реализации пожароопасных ситуаций)
- 5) оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития

Ответ:

**Правильный ответ: 1, 4, 3, 5, 2**

#### Темы докладов

1. Методы оценки опасных факторов пожара (ПК-12, ПК-20).
2. Методы определения времени от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них опасных факторов пожара и расчетного времени эвакуации (ПК-5, ПК-20).
3. Детерминированные и вероятностные критерии оценки поражающего действия волны давления и теплового излучения на людей. (ПК-5, ПК-20)
4. Метод определения вероятностей эффективного срабатывания технических средств противопожарной защиты при определении потенциального риска в зданиях объекта (ПК-12).

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Экзамен является формой итогового контроля успеваемости магистров. Он проводится в объеме рабочей программы дисциплины «Управление безопасностью технологических процессов».

Экзамен является заключительным этапом изучения дисциплины и определяет уровень приобретенных теоретических знаний и практических умений, развития творческого мышления и умение синтезировать знания и применять их в педагогической и научно-исследовательской деятельности.

Экзамен по дисциплине проводится согласно Положению о зачетах и экзаменах Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

Психолог советует: не бойтесь приближения экзамена. Рассматривайте экзамен как возможность показать обширность своих знаний и получить вознаграждение за проделанную работу. Отведите себе время с запасом, особенно для дел, которые надо выполнить перед экзаменом, и приходите на экзамен незадолго до его начала. Не старайтесь повторить весь материал в последнюю минуту.

Универсальных методов для подготовки к экзамену/зачету не существует, поэтому важно выбрать наиболее приемлемый для Вас. Приведенные ниже правила можно рассматривать в качестве общего руководства.

1. Предусмотрите как можно больше времени для подготовки. Если Вы оставляете основную работу на последний момент, это снижает Ваши шансы на успех. Развивается состояние стресса, снижается способность к концентрации.
2. Составьте расписание занятий. Спланировать подготовку к экзаменам нужно за несколько недель до их начала (лучше всего - в начале семестра). Твердо следуйте намеченному плану.
3. Отдыхайте. Усердная подготовка – очень тяжелая работа. Важно время от времени давать себе возможность расслабиться. Предусмотрите в своем расписании время на отдых.
4. Делайте перерывы. После часа занятий сделайте 15-20-минутный перерыв и с новыми силами возвращайтесь к продуктивной работе.
5. Контролируйте степень готовности. Используйте список вопросов к экзамену, чтобы отслеживать степень усвоения материала. Отмечайте уже проработанные вопросы. Сконцентрируйте свое внимание на тех вопросах, которые Вы знаете хуже.
6. Делайте краткие записи. Часто подготовка оказывается не очень эффективной, если Вы просто читаете материал. Делайте краткие записи, отмечая ключевые мысли. Старайтесь не просто запомнить факты, а понять стоящие за ними идеи.
7. Тренируйтесь отвечать на вопросы. Проработав каждую тему, попробуйте ответить на проверочные вопросы. Некоторые из них приведены

в разделе «Контрольные вопросы» после каждой темы. Вначале Вам, возможно, потребуется заглядывать в книгу или конспект, но к концу подготовки Вы сможете отвечать на вопросы самостоятельно, как на экзамене. Старайтесь проговаривать ответы на вопросы вслух, это способствует более глубокому усвоению материала и является хорошей тренировкой перед экзаменом.

#### Критерии оценки устного ответа

1. Соответствие ответа поставленному вопросу.
2. Полнота ответа, глубина знаний.
3. Владение терминологией, отчетливость и точность формулировки понятий.
4. Логичность изложения материала.
5. Аргументированность ответа (присутствие и доказательность примеров).
6. Использование знаний из других учебных дисциплин и дополнительного материала.
7. Культура речи.
8. Правильность решения и оформления задачи.

Оценка за устный ответ на экзамене выставляется в следующем порядке:

«Отлично» - если обучаемый глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно увязывает с задачами и деятельностью МЧС, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать материал, не допускает ошибок;

«Хорошо» - если обучаемый твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий;

«Удовлетворительно» - если обучаемый усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не совсем правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий;

«Неудовлетворительно» - если обучаемый не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большим затруднением выполняет практические задания, задачи.

**Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации  
(в форме экзамена) по итогам освоения дисциплины «Управление  
безопасностью технологических процессов»**

1. Основные положения технического регулирования в области промышленной и пожарной безопасности (ПК-12).
2. Основные виды технологических расчетов. Материальный и энергетический балансы технологического процесса и аппарата (ПК-20).
3. Технологические параметры процессов и их влияние на взрывопожарную опасность производственных процессов (ПК-5, ПК-20).
4. Классификация технологических процессов и аппаратов, используемых в пожаровзрывоопасных производствах (ПК-5).
5. Основные требования к конструкции аппаратов и машин. Элементы проверочных расчетов технологического оборудования на прочность (ПК-20).
6. Нарушения материального и теплового балансов аппаратов: причины, опасность и способы обеспечения пожарной безопасности (ПК-5, ПК-20).
7. Пожарная опасность полного заполнения герметичного оборудования жидкостями. Способы обеспечения пожарной безопасности. Допустимая степень заполнения герметичных аппаратов жидкостями (ПК-5, ПК-20).
8. Воздействие высокой температуры на материал оборудования: опасность прогара стенок оборудования, причины прогара и способы обеспечения пожарной безопасности (ПК-5, ПК-20).
9. Воздействие низкой температуры на материал оборудования: опасность, причины переохлаждения стенок оборудования и способы обеспечения пожарной безопасности (ПК-5, ПК-20).
10. Опасность коррозии материала оборудования и основные направления обеспечения пожарной безопасности (ПК-5, ПК-20).
11. Показатели и классификация пожаровзрывоопасности и пожарной опасности веществ и материалов (ПК-5).
12. Назначение, виды и расчет предохранительных клапанов (ПК-5).
13. Назначение и виды скоростных и обратных клапанов (ПК-5).
14. Назначение, виды и расчет температурных компенсаторов (ПК-5).
15. Назначение и основные положения методики анализа пожарной опасности технологических процессов (ПК-5).
16. Распределение концентрации паров над поверхностью горючей жидкости. Понятие о зоне взрывоопасных концентраций (ПК-5).
17. Определение количества горючих веществ, выходящих наружу при локальной разгерметизации технологического оборудования. Пожарная опасность локальной разгерметизации оборудования и способы обеспечения пожарной безопасности (ПК-5).
18. Определение количества горючих веществ, выходящих наружу при полной разгерметизации технологического оборудования. Пожарная

опасность полной разгерметизации оборудования и способы обеспечения пожарной безопасности (ПК-5).

19. Образование зон взрывоопасных концентраций в производственных помещениях при разгерметизации технологического оборудования: условия образования зон взрывоопасных концентраций и оценка их размеров, способы обеспечения пожарной безопасности (ПК-5).

20. Образование зон взрывоопасных концентраций на наружных технологических установках при разгерметизации технологического оборудования: условия образования зон взрывоопасных концентраций и оценка их размеров, способы обеспечения пожарной безопасности (ПК-5).

21. Понятие источника зажигания. Условия, при которых источник тепла становится источником зажигания горючей смеси (ПК-5).

22. Классификация производственных источников зажигания и условия предотвращения их появления (ПК-5).

23. Сущность защитного действия и устройство искрогасителей и искроуловителей (ПК-5).

24. Решения, позволяющие уменьшить количество горючих веществ и материалов на производстве (на стадиях проектирования и эксплуатации) (ПК-12).

25. Аварийная эвакуация пожароопасных жидкостей из аппаратов: назначение, схема системы аварийного слива и требования к ее устройству. Определение продолжительности аварийного слива (ПК-5, ПК-12).

26. Аварийная эвакуация горючих газов из аппаратов: назначение, схема системы аварийного выпуска газов и требования к ее устройству (ПК-5, ПК-12).

27. Сухие огнепреградители: сущность защитного действия, определение критического диаметра канала, виды, требования к размещению и эксплуатации (ПК-12).

28. Жидкостные огнепреградители (гидравлические затворы): назначение, сущность защитного действия, виды и особенности эксплуатации (ПК-12).

29. Способы ограничения аварийного растекания пожароопасных жидкостей. Требования к устройству защитных ограждений в резервуарных парках (ПК-12).

30. Опасность разрушения технологического оборудования при взрыве технологической среды. Мембранные предохранительные устройства: сущность действия, основные виды и определение проходного сечения (ПК-5).

31. Определение массы горючих газов, паров и пылей, поступающих в помещение при определении его категории по взрывопожарной и пожарной опасности (ПК-5).

32. Определение расчетного избыточного давления взрыва горючей смеси при определении категории помещения (ПК-5).

33. Определение пожарной нагрузки и удельной временной пожарной нагрузки в пределах пожароопасного участка при определении категории помещения (ПК-5).

34. Определение площади разлива и интенсивности испарения жидкости при расчетном обосновании категории помещения (ПК-5).

35. Принципы и критерии категорирования зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. Характеристика категорий зданий по взрывопожарной и пожарной опасности (ПК-5).

36. Назначение системы категорирования наружных установок по пожарной опасности. Классификация категорий наружных установок и их характеристика (ПК-5).

37. Автоматизированные системы управления безопасностью технологических процессов (ПК-20).

38. Методы неразрушающего контроля технологического оборудования (ПК-20).

39. Пожарные риски, методика расчета и критерии опасности (ПК-5).

40. Методы оценки опасных факторов пожара (ПК-5).

41. Определение расчетных величин пожарного риска на объекте (ПК-5).

42. Определение частоты реализации пожароопасных ситуаций (ПК-5).

43. Построение полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития (ПК-5).

44. Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития (ПК-5, ПК-12).

45. Требования к определению расчетных величин пожарного риска (ПК-12).

46. Построение сценариев возникновения и развития пожаров, влекущих за собой гибель людей (ПК-5, ПК-12).

47. Потенциальный пожарный риск на территории объекта и в селитебной зоне вблизи объекта (ПК-5).

48. Потенциальный риск в зданиях объекта (ПК-5, ПК-12).

49. Индивидуальный пожарный риск в зданиях и на территории объекта (ПК-5, ПК-12).

50. Процедура построения логического дерева событий» (ПК-5, ПК-12).

**Перечень практических заданий для проведения промежуточной аттестации (в форме экзамена) по итогам освоения дисциплины  
«Управление безопасностью технологических процессов»**

1. Определить массу газа, паров ЛВЖ и ГЖ, пылей, поступающих в помещение при повреждении технологического оборудования (ПК-5, ПК-20).

2. Определить категорию производственного помещения по взрывопожарной и пожарной опасности (ПК-5, ПК-20).

3. Определить размеры зоны, ограниченной НКПР паров, газов при

аварийной разгерметизации технологического оборудования (ПК-5, ПК-20).

4. Определить избыточное давление, развиваемое при сгорании газо-, паро-, пылевоздушной смеси (ПК-5, ПК-12).

5. Рассчитать количество воздуха в системе местных отсосов (ПК-12).

**Учебно-методическое обеспечение дисциплины и перечень  
ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет»,  
необходимых для подготовки к промежуточной аттестации**

а) основная литература

1. Булгаков В.В., Салихова А.Х., Вогман Л.П. Управление безопасностью технологических процессов» для обучающихся по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность» (уровень магистратуры): учебное пособие / В.В. Булгаков, А.Х. Салихова, Л.П. Вогман. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – 122 с.

2. Салихова А.Х., Циркина О.Г., Ширяев Е.В. Управление безопасностью технологических процессов: учебное пособие – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021.- 158 с.

3. Салихова А.Х., Ширяев Е.В. Управление безопасностью технологических процессов: практикум – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021.- 169 с.

б) дополнительная литература

4. Корольченко, А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочное издание/ А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. – М.: Ассоциация «Пожнаука», 2004. – Т. 1-2.

в) нормативная литература

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

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 июля 2020 г. № 1084 «Правила проведения расчетов по оценке пожарного риска».

7. Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».

8. ГОСТ 12.1.044 - 89 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

9. ГОСТ Р 12.3.047–2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

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

г) базы данных, поисковые системы, электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки) и электронные образовательные ресурсы:

8. [www.garant.ru](http://www.garant.ru).

9. [www.mchs.gov.ru](http://www.mchs.gov.ru).

10. Электронная библиотека академии <http://Bibliomchs37.ru>



11. Единая ведомственная электронная библиотека МЧС России сеть  
Инtranет по адресу: 10.46.0.45.
12. Цифровая среда академии

## **СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»**

**Взрывоопасная смесь** - смесь воздуха или окислителя с горючими газами, парами легковоспламеняющихся жидкостей, горючими пылями или волокнами, которая при определенной концентрации и возникновении источника инициирования взрыва способна взорваться.

**Взрывопожароопасность объекта защиты** - состояние объекта защиты, характеризующее возможностью возникновения взрыва и развития пожара или возникновения пожара и последующего взрыва.

**Индивидуальный пожарный риск** - пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара.

**Источник зажигания** - средство энергетического воздействия, инициирующее возникновение горения.

**Наружная установка** - комплекс аппаратов и технологического оборудования, расположенных вне зданий и сооружений.

**Опасные факторы пожара** - факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу.

**Пожарная безопасность объекта защиты** - состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара.

**Пожарная опасность веществ и материалов** - состояние веществ и материалов, характеризующее возможность возникновения горения или взрыва веществ и материалов.

**Пожарная опасность объекта защиты** - состояние объекта защиты, характеризующее возможность возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара.

**Пожарный риск** - мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей.

**Пожаровзрывоопасность веществ и материалов** - способность веществ и материалов к образованию горючей (пожароопасной или взрывоопасной) среды, характеризующая их физико-химическими свойствами и (или) поведением в условиях пожара.

**Пожароопасная (взрывоопасная) зона** - часть замкнутого или открытого пространства, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие вещества и в котором они могут находиться при нормальном режиме технологического процесса или его нарушении (аварии).

**Производственные объекты** - объекты промышленного и сельскохозяйственного назначения, в том числе склады, объекты инженерной и транспортной инфраструктуры (железнодорожного, автомобильного,

речного, морского, воздушного и трубопроводного транспорта), объекты связи.

Система предотвращения пожара - комплекс организационных мероприятий и технических средств, исключающих возможность возникновения пожара на объекте защиты.

Система противопожарной защиты - комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара на объект защиты (продукцию).

Технологическая среда - вещества и материалы, обращающиеся в технологической аппаратуре (технологической системе).