

МЧС РОССИИ

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 автоматизированных систем противопожарной защиты

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ АВТОМАТИКА ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ

Методические рекомендации для подготовки к зачету

Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
(уровень магистратуры), профиль – Пожарная безопасность.

Екатеринбург
2022

Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : методические рекомендации для подготовки к зачету. Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность (уровень магистратуры), профиль – пожарная безопасность / Сост. Бородин А.А., Шнайдер А. В. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 25 с.

Авторы-составители:

Бородин А.А., кандидат технических наук, доцент;

Шнайдер А.В., кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры АСППЗ.

Рецензенты:

Зубарев И.А., начальник УНК ПиПАСР, кандидат педагогических наук, доцент.

Методические рекомендации предназначены для подготовки к зачету по дисциплине «Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов» для обучающихся в Уральском институте ГПС МЧС России по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность (уровень магистратуры) и включают в себя общие положения по освоению дисциплины и проведению зачета, перечень основных вопросов для подготовки к зачету с ссылками на перечень рекомендуемой литературы по каждому, примеры вопросов при проведении тестирования с рассуждениями и ответами, а также примеры практических задач и их решения.

Рассмотрено на заседании кафедры АСППЗ
«09» июня 2022 г., протокол № 13

©Уральский институт ГПС МЧС России, 2022
©Кафедра АСППЗ, 2022

Содержание

Сокращения.....4

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....5

2. ПОДГОТОВКА К ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЗАЧЕТА.....7

2.1 Перечень основных теоретических вопросов и литературы для подготовки 7

2.2 Примеры вопросов и ответов при проведении тестирования 12

3. ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЗАЧЕТА.....16

3.1 Перечень практических заданий и литературы для подготовки.....16

3.2 Примеры практических заданий и порядок их решения.....16

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ.....24

Сокращения

АРМ – автоматизированное рабочее место.

АС – автоматизированная система.

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом.

АУВП – автоматическая установка водяного пожаротушения.

АУГП – автоматическая установка газового пожаротушения.

АУПП – автоматическая установка порошкового пожаротушения.

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации.

ВОК – взрывоопасная концентрация.

ГЖ – горючая жидкость.

КИП – контрольно-измерительный прибор.

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика.

ЛУ – логическое устройство.

ПГС – парогазовая среда.

ПЛК – программируемый логический контроллер.

ППКП – прибор приемно-контрольный пожарный.

ППУ – прибор пожарный управления.

РВС – резервуар вертикальный стальной.

РКС – релейно-контактная схема.

САР – система автоматического регулирования.

СПАЗ – система противоаварийной автоматической защиты.

СПДЗ – система противодымной защиты.

СППЗ – система противопожарной защиты.

ТРВ – тонкораспыленная вода.

ФБД – функциональная блоковая диаграмма.

ЭКМ – электроконтактный манометр.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Целью изучения дисциплины «Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов» является формирование у обучающихся профессиональной компетентности при решении вопросов в области обеспечения безопасности технологических процессов посредством производственной автоматики.

Для достижения цели предусматривается решение следующих основных задач:

– изучение назначения, структуры и особенностей автоматизированных систем управления технологическими процессами, а также их подсистем;

– изучение принципов построения, конструкции и области применения технических средств производственной автоматики;

– развитие образного мышления, способностей проводить моделирование изучаемых процессов;

– формирование у обучающихся навыков к применению комплексного подхода при экспертизе проектных решений систем автоматического регулирования, противоаварийной и противопожарной защиты объектов промышленного назначения;

– развитие способностей самостоятельной разработки рекомендаций по повышению уровня пожаровзрывобезопасности производственных объектов посредством систем автоматической противоаварийной и противопожарной защиты.

В качестве формы итогового контроля по результатам освоения дисциплины предусмотрен зачет.

Зачет является заключительным этапом изучения дисциплины и определяет соответствие уровня теоретических знаний и умений, развития логического мышления, умения систематизировать знания и применять их в практической деятельности требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Обучающиеся допускаются к зачету только при условии выполнения графика контрольных мероприятий (т.е. после выполнения всех практических, лабораторных работ, контрольной работы). В том случае, если график контрольных мероприятий не выполнен, обучающиеся не допускаются к зачету.

Зачет может проводиться в устной форме или в форме тестирования по решению кафедры и в зависимости от технической возможности.

Вопросы для подготовки к зачету приводятся в настоящих методических рекомендациях.

Подготовку к зачету следует начинать с общих теоретических вопросов, а именно, назначение, задачи и структура АСУ ТП. После ознакомления с уровнями АСУ ТП необходимо рассмотреть нижний уровень: клас-

сификация, назначение и область применения контрольно-измерительных приборов.

Далее следует рассмотреть назначение, задачи, классификацию систем автоматического регулирования, противоаварийной и противопожарной защиты. Когда в процессе изучения теоретических вопросов будет сформировано общее представление о рассматриваемом материале, следует изучить требования нормативных документов по изучаемой теме. Завершающим этапом изучения любой темы является отработка практических заданий и упражнений (разработка алгоритмов подсистем АСУ ТП и их формулировка на языке FBD), а также самоконтроль усвоения рассматриваемых вопросов.

Зачет проводится в течение 4-х учебных часов (2 пары).

На подготовку к ответу по вопросам билета обучающемуся дается 25 минут с момента получения им билета. В качестве вспомогательных материалов при подготовке ответа на билет допускается использование нормативной и справочной литературы. В процессе зачета обучаемый отвечает на вопросы преподавателя и приводит решение задачи, представленной в билете.

При проведении зачета в форме тестирования необходимо выбрать один правильный ответ на вопрос из предложенного списка. Вопросы разбиты на теоретические и практические разделы (задачи). Время ответа в среднем не должно превышать: на теоретический вопрос - одной минуты, на практический вопрос (задача) – трех минут. Общее время тестирования на одного обучающегося от 20 до 40 минут.

По окончании ответа преподаватель может задать отвечающему дополнительные и уточняющие вопросы.

Результаты зачета объявляются обучающемуся после ответа в день сдачи.

2. ПОДГОТОВКА К ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЗАЧЕТА

2.1 Перечень основных теоретических вопросов и литературы для подготовки

Тема 1. Автоматизированные системы управления технологическими процессами

1. Назначение и структура АСУТП.
   - Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России). http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Подраздел 3.1. – С. 70-75**
   - ООО «РусАвтоматизация». Оборудование для автоматизации. [Электронный ресурс]. https://rusautomation.ru

Тема 2. Приборы контроля параметров технологических процессов

2. Приборы для измерения температуры, типы, конструктивные особенности, область применения.
   - Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Подраздел 1.1. – С. 9-21**
   - ООО «РусАвтоматизация». Оборудование для автоматизации. [Электронный ресурс]. https://rusautomation.ru

3. Приборы для измерения давления, типы, конструктивные особенности, область применения.
   - Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России). http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Подраздел 1.2. – С. 21-27**

- ООО «РусАвтоматизация». Оборудование для автоматизации. [Электронный ресурс]. https://rusautomation.ru

4. Приборы для измерения уровня, типы, конструктивные особенности, область применения.
   - Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России). http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Подраздел 1.3. – С. 27-35**
   - ООО «РусАвтоматизация». Оборудование для автоматизации. [Электронный ресурс]. https://rusautomation.ru

5. Приборы для измерения расхода, типы, конструктивные особенности, область применения.
   - Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России). http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Подраздел 1.4. – С. 35-41**
   - ООО «РусАвтоматизация». Оборудование для автоматизации. [Электронный ресурс]. https://rusautomation.ru

Тема 3. Автоматический контроль взрывоопасности воздушной среды

6. Приборы контроля концентрации взрывоопасных газов и паров: назначение, принципы работы, конструктивные особенности, основные технические характеристики, область применения.
   - Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России). http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Глава 2. – С. 59-65**
   - ООО «РусАвтоматизация». Оборудование для автоматизации. [Электронный ресурс]. https://rusautomation.ru

7. Приборы контроля запыленности помещений.

- Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России). http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Глава 2. – С. 65-69**
- ООО «РусАвтоматизация». Оборудование для автоматизации. [Электронный ресурс]. https://rusautomation.ru

Тема 4. Системы автоматического регулирования

- Волчкевич, Л.И. Автоматизация производственных процессов : Учеб. пособие. – М.: Машиностроение, 2007. – 380 с. (гриф УМО). **С. 141-151**
- Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России). http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Подраздел 3.3. – С. 77-82**

8. Классификация систем автоматического регулирования (САР).

- Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов [Текст]: учебное пособие / А. А. Бородин, А. А. Корнилов, А. В. Шнайдер и др. – 2-е изд., доп. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 130 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Подраздел 3.2. – С. 70-75.**

9. Назначение и состав систем автоматического регулирования технологическим процессом.

- Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России). http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Подраздел 3.2. – С. 70-75.**

10. Алгоритм разработки системы автоматического регулирования.

- Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов. Разработка проектных решений автоматизированной системы управления технологическим процессом [Текст]: учебное пособие / А. А. Бородин, А. А. Корнилов, А. В. Шнайдер и др. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 107 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=7856. **Подраздел 3.6. – С. 98-108.**

11. Основные операции и тождества Булевой алгебры. Функциональные блоковые диаграммы на языке FBD.

- Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России). http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Подразделы 3.4-3.5. – С. 85-98.**

Тема 5. Системы противоаварийной автоматической защиты

12. Особенности управления пожаро- и взрывоопасными технологическими процессами.

- Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России). http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Глава 4. – С. 110-113.**

13. Общие принципы построения систем противоаварийной защиты технологических процессов.

- Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России). http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Глава 4. – С. 113-118.**

- Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов. Разработка проектных решений автоматизированной системы управления технологическим процессом [Текст]: учебное пособие / А. А. Бородин, А. А. Корнилов, А. В. Шнайдер и др. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 107 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=7856. **Подраздел 4.2. – С. 78-86.**

14. Уровни противоаварийной защиты технологических процессов.
- Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России). http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Подраздел 4.3. – С. 118-122.**

Тема 6. Системы противопожарной защиты

15. Автоматические системы подавления взрывов.
- Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России). http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Подраздел 5.2.5. – С. 134-137.**

16. Назначение и состав систем противопожарной защиты технологических процессов.
- Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России). http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Глава 5. – С. 125-134.**

17. Алгоритм разработки системы противопожарной защиты.
- Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов. Разработка проектных решений автоматизированной системы управления технологическим процессом [Текст]:

учебное пособие / А. А. Бородин, А. А. Корнилов, А. В. Шнайдер и др. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 107 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=7856. **Подраздел 4.3. – С. 86.**

2.2 Примеры вопросов и ответов при проведении тестирования

В данном подразделе приводятся примеры вопросов, которые могут встретиться при проведении зачета в форме тестирования либо в качестве дополнительных вопросов при проведении устного зачета. Если вопрос встречается в тесте, то к нему прилагается не менее трех вариантов ответа. Следует учесть, что в тестах варианты ответов могут быть схожи, поэтому следует выбирать наиболее полный ответ или наиболее правильное обоснование. Примеры вопросов с вариантами ответов, которые могут встретиться на зачете, а также с возможным порядком рассуждений для обоснования правильного ответа приводятся ниже.

Тема 2

Вопрос и варианты ответов

Наиболее простым и распространенным принципом работы приборов контроля температуры является:

A) измерение излучения нагретых тел;

B) использование свойства объемного расширения тел;

C) измерение электрического сопротивления полупроводников.

Ответ

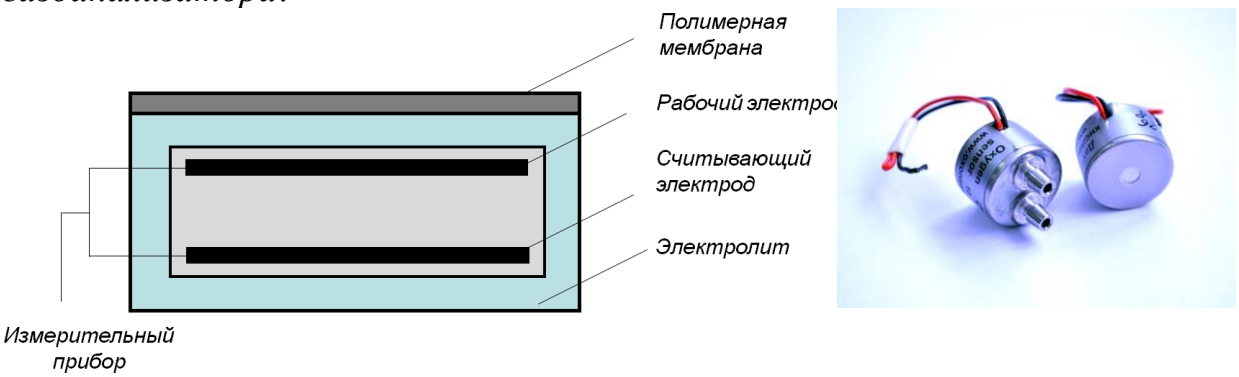
Среди широко распространенных приборов контроля температуры и температурных сигнализаторов можно назвать следующие: жидкостные термометры, приборы с биметаллическим чувствительным элементом, сигнализаторы с чувствительным элементом в виде стержня, термопары, термометры сопротивления и т.п. Из них наиболее конструктивно простыми являются те, которые не требуют дополнительных преобразований измеряемой величины для отображения данных на шкале. К их числу относятся приборы, основанные на объемном расширении тел. Например, жидкостный термометр: для него достаточно нанести шкалу на стеклянной трубке, заполненной рабочим телом (ртутью или спиртом), тогда как, например, для термометра сопротивления необходимо электрическое питание и включение в электрическую цепь прибора измерения параметров электрического тока и т.д. Из вышесказанного можно сделать вывод о том, что наиболее простым и распространенным

принципом работы приборов контроля температуры является использование свойства объемного расширения тел, вариант В.

Тема 3

Вопрос и варианты ответов

В чем заключается принцип работы электрохимического датчика газоанализатора?



А) газ вступает в химическую реакцию с электролитом, в результате возникают заряженные ионы, между электродами начинает протекать электрический ток, пропорциональный концентрации газа;
В) газ вступает в химическую реакцию с электродами, в результате происходит их нагрев и изменение их сопротивления, пропорционально концентрации газа;
С) газ охлаждает нагретые электроды датчика, в результате чего изменяется их сопротивление и сила тока, пропорционально концентрации газа.

Ответ

Принцип работы электрохимического датчика газоанализатора заключается в возникновении электропроводности твердого электролита при химическом взаимодействии с измеряемым веществом. Газ вступает в химическую реакцию с электролитом, в результате возникают заряженные ионы, между электродами начинает протекать электрический ток, пропорциональный концентрации газа. Правильный ответ А.

Тема 4

Вопрос и варианты ответов

В состав простой САР входят:

А) измерительные преобразователи, задающие устройства, усилительно-преобразующие устройства, сложные и значительно развитые логические устройства;
В) измерительные преобразователи, задающие устройства, усилительно-преобразующие устройства, программные средства, основанные на математическом моделировании процесса;

C) измерительные преобразователи, задающие устройства, усилительно-преобразующие устройства, логические устройства, исполнительные механизмы;

Ответ

Вопрос касается классификации систем автоматического регулирования (САР) в зависимости от сложности элемента, обеспечивающего принятие управляющего решения. Указанный элемент может быть выполнен в виде так называемых, простых логических устройств, сложных и значительно развитых логических устройств, а также программных средств, основанных на математическом моделировании процесса. Простые САР обеспечивают выработку управляющего воздействия в зависимости от повышения или понижения контролируемого параметра, то есть с использованием несложного логического устройства. Правильный ответ С.

Тема 5

Вопрос и варианты ответов

Какой из перечисленных способов устройства аварийного слива является наиболее эффективным и пожаровзрывобезопасным:

A) способ заполнения верхней части аппарата воздушно-механической пеной;

B) способ вытеснения горючей жидкости из аппарата в аварийную емкость с помощью инертного газа;

C) способ слива горючей жидкости в аварийную емкость самотеком;

D) все способы одинаково эффективны.

Ответ

Одним из условий эффективности слива ЛВЖ и ГЖ в аварийную емкость можно считать время выполнения данной операции, то есть чем оно меньше, тем эффективнее система. Поэтому подача инертного газа под давлением в объем емкости позволит увеличить скорость движения жидкости в аварийный резервуар и уменьшить время полного слива. Кроме того, посредством заполнения освобождающегося от жидкости объема инертным газом обеспечивается создание взрывобезопасной концентрации кислорода. Таким образом, способ вытеснения горючей жидкости из аппарата в аварийную емкость с помощью инертного газа из числа перечисленных является наиболее эффективным и пожаровзрывобезопасным, правильный ответ В.

Тема 6

Вопрос и варианты ответов

Какое основное назначение автоматической установки пожарной сигнализации:

A) локализация и тушения пожара;

B) обнаружение пожара и выдача управляющего импульса на запуск исполнительных механизмов;

C) оповещение людей о пожаре;

D) выдача сигнала о неисправности систем регулирования.

Ответ

Вопрос относится к системам противопожарной защиты, одним из компонентов которых является АУПС. Назначение АУПС заключается в обнаружении пожара и выдачи управляющего импульса на запуск исполнительных механизмов (СПЗ, АУП, СОУЭ и др.). Оповещение о пожаре является функцией СОУЭ, локализация и тушение пожара – АУП. Правильный ответ – B.

3. ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЗАЧЕТА

3.1 Перечень практических заданий и литературы для подготовки

1. **Тема 3.** Размещение датчиков газоанализатора на территории наружной технологической установки.

- Производственная и пожарная автоматика [Текст]: методические рекомендации по организации самостоятельной работы. Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность (уровень магистратуры), профиль – пожарная безопасность / Сост. Шнайдер А. В., Бородин А. А. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 24 с. **С.10-14**
- Конспект практического занятия. Тема 3.

2. **Тема 4.** Решение карт Карно. Разработка функциональных блоковых диаграмм.

- Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России). http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=9671. **Подразделы 3.5-3.6. – С. 85-98.**
- Конспект практического занятия. Тема 4.

3.2 Примеры практических заданий и порядок их решения

Пример № 1. Определить минимальное количество датчиков довзрывных концентраций и разместить их на плане наружной технологической установки размерами 80×46 м.

Решение.

В соответствии с ТУ-газ-86 основными требованиями при размещении датчиков довзрывных концентраций на наружной технологической установке являются:

- ближайшие датчики не должны удаляться более чем на 6 м от внешнего периметра наружной установки в сторону расположения на ней оборудования, за исключением случая, когда оборудование не имеет пожаровзрывоопасных продуктов. Датчики каждого последующего ряда по отношению к предыдущему ряду датчиков должны быть сдвинуты на величину их радиуса обслуживания, т.е.

расположены в шахматном порядке;

- датчики сигнализаторов довзрывных концентраций следует устанавливать в местах наиболее вероятного выделения и скопления горючих паров и газов, но во всех случаях радиус обслуживания одного датчика не должен превышать 10 м.

Размещение датчиков можно выполнять в следующем порядке:

1) на плане технологической площадки размерами 80×46 м провести пунктирные линии на расстоянии 6 м от внешних границ (рис. 3.1).

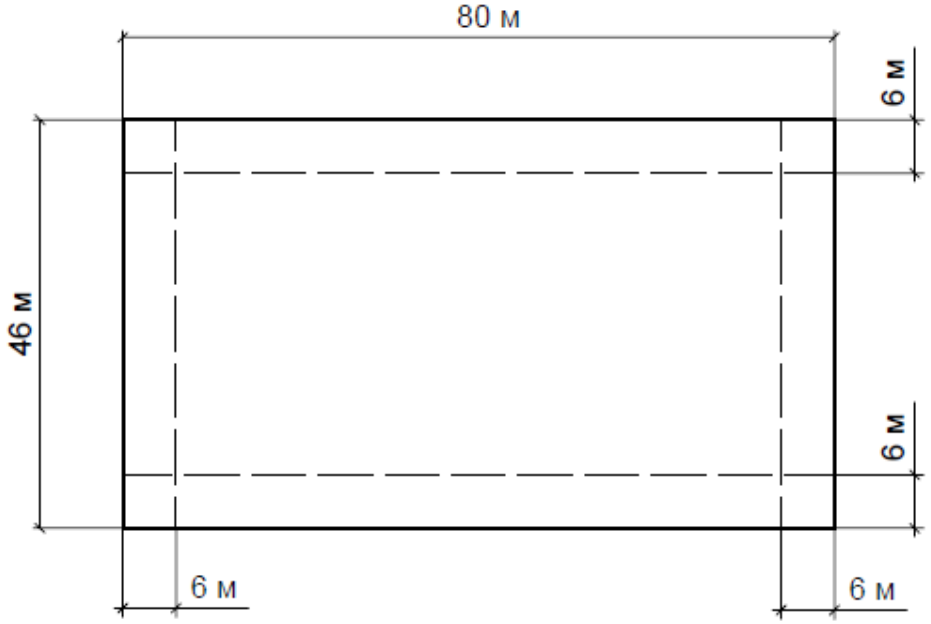


Рисунок 3.1. Схема изображения пунктирных линий

2) начиная с левой или правой стороны на проведенных горизонтальных пунктирных линиях точками следует обозначить места установки датчиков и радиусы обслуживания каждого из них (рис. 3.2), следует учитывать, что датчики должны размещаться не далее 6 м от границ территории.

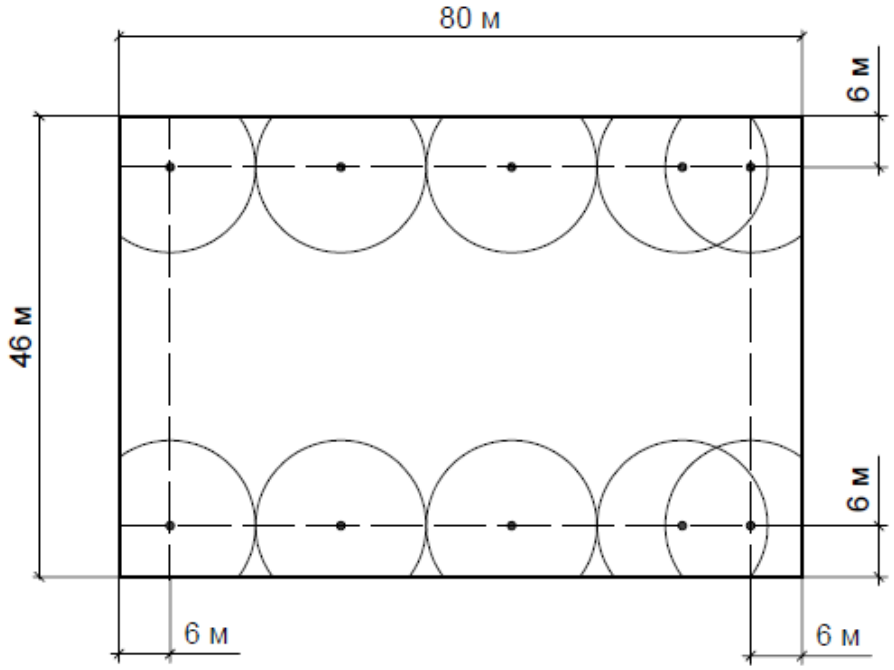


Рисунок 3.2. Схема размещения верхнего и нижнего рядов датчиков

3) в шахматном порядке размещается второй ряд датчиков довзрывных концентраций (рис. 3.3).

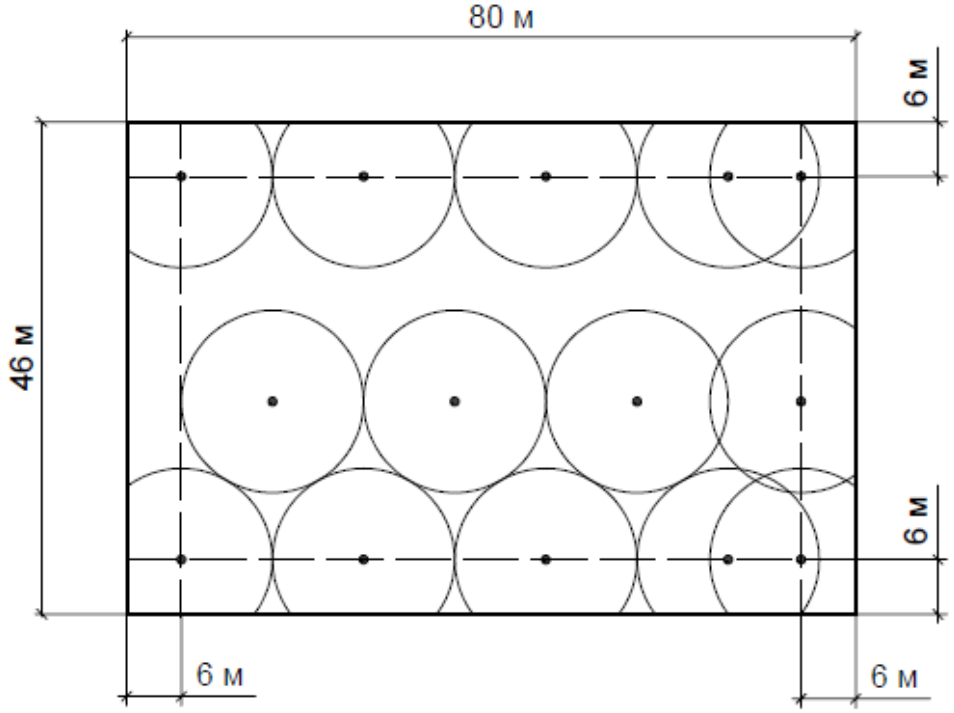


Рисунок 3.3. Схема размещения второго ряда датчиков

4) поскольку во втором ряду расстояние от датчика слева превышает 6 м, то согласно требованиям ТУ-газ-86 следует дополнительно разместить еще один датчик (рис. 3.4).

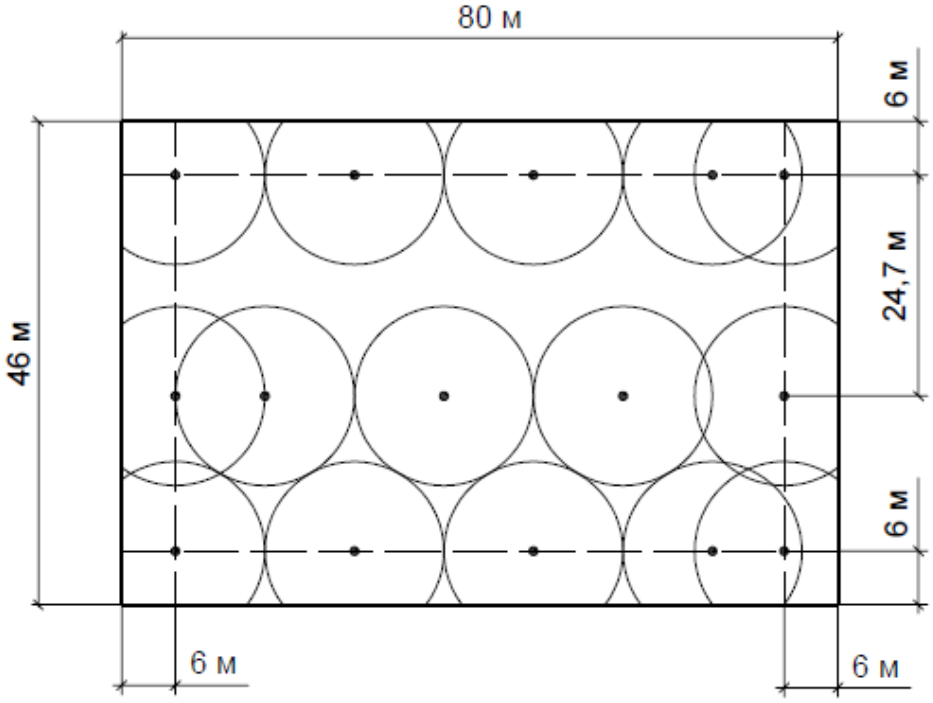


Рисунок 3.4. Схема размещения дополнительного датчика

5) фактическое расстояние между датчиками второго и верхнего ряда превышает 20 м, следовательно, необходимо предусмотреть еще один ряд датчиков (рис. 3.5), для данного ряда шахматный порядок может уже не соблюдаться, поскольку «мертвые» зоны будут минимальны.

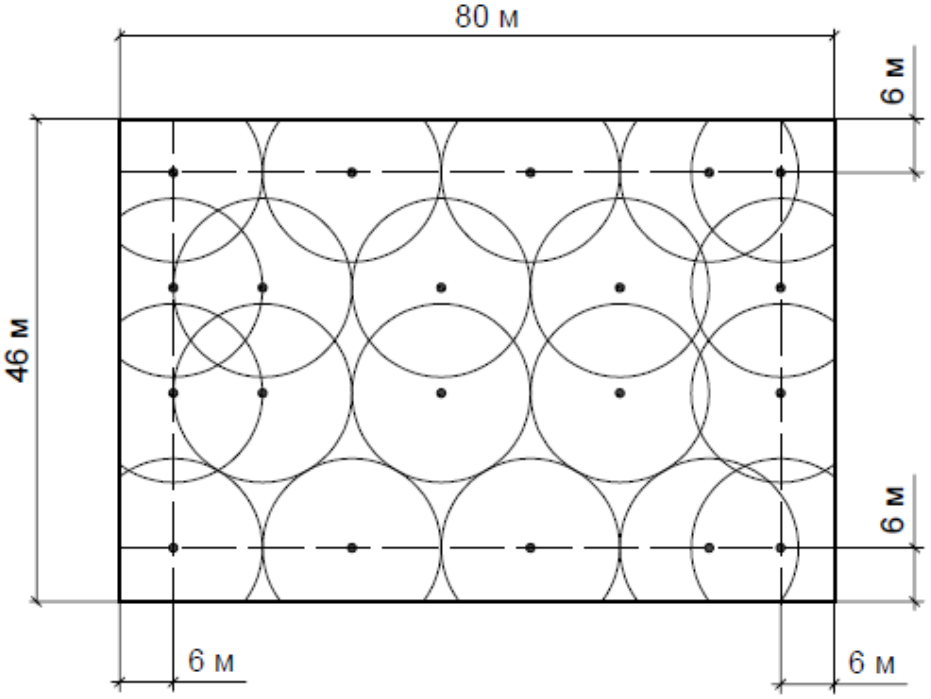


Рисунок 3.5. Схема размещения третьего ряда датчиков

6) после размещения датчиков наносятся основные размеры, в том числе

между рядами газоанализаторов, штриховкой обозначаются «мертвые» зоны (рис. 3.6).

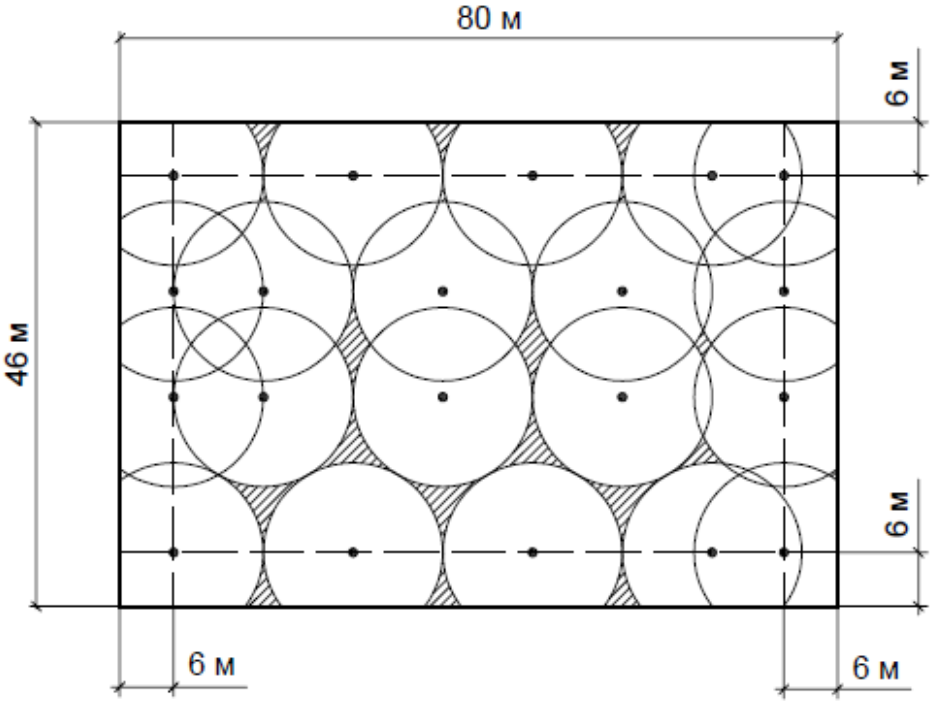


Рисунок 3.6. Вид итоговой схемы размещения датчиков довзрывных концентраций на технологической площадке

Ответ. Для защиты наружной технологической установки размерами 80×46 м необходимо установить 20 датчиков довзрывных концентраций.

В случае, если размер площадки относительно небольшой (например, при ширине менее 30 м), то схема размещения датчиков может быть построена без соблюдения шахматного порядка, тогда она может выглядеть так, как представлено на рис.3.7.

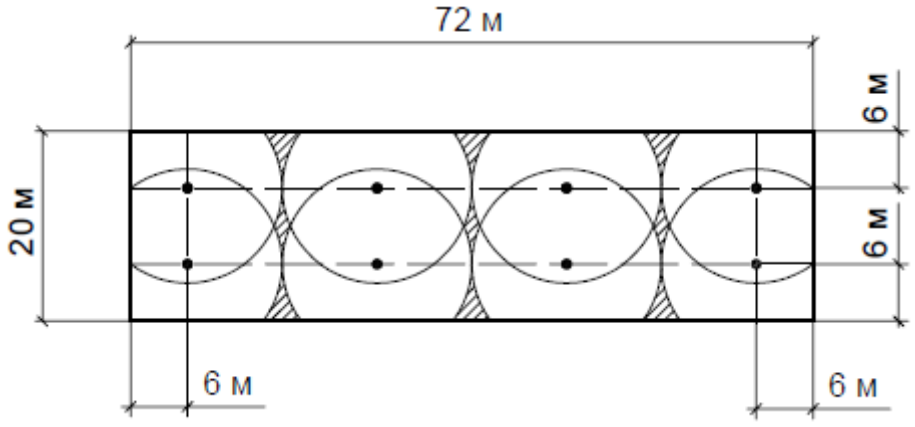


Рисунок 3.7. Вид итоговой схемы размещения датчиков довзрывных концентраций на технологической площадке небольшой ширины

Пример № 2. 7 Определите оптимальный математический вид функции из по заданной карте Карно (рис. 3.8).

AB / CD	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	0
11	1	0	1	1
10	1	0	0	1

Рисунок 3.8. Пример карты Карно

Решение.

Решение карты Карно начинается с объедения соседних логических «1» в блоки по 2, 4 или 8. Чем больше объединения, тем короче математическое описание, тем проще вид функциональной блоковой диаграммы (меньше функциональных блоков). Следует учесть, что карта может «сворачиваться» и соседними будут являться единицы, расположенные по разным сторонам столбца или строки). В данном случае логично объединить четыре логических «1» с учетом свойства «сворачивания». Оставшиеся две «1» объединяются вместе, поскольку объединение их в четыре «1» не представляется возможным (рис. 3.9).

AB / CD	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	0
11	1	0	1	1
10	1	0	0	1

Рис. 3.9. Объединение логических «1» на карте Карно (оптимизация)

Далее необходимо привести математическое описание результата оптимизации. Порядок математического описание объединения четырех «1» будет выглядеть следующим образом (рис. 3.10).

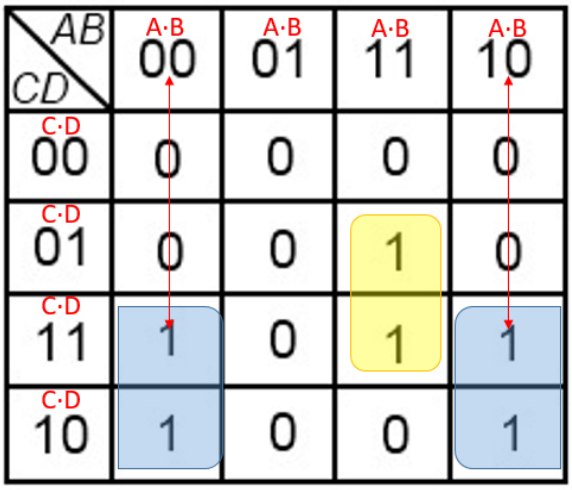


Рисунок 3.10. Порядок математического описания

Первому объединению соответствуют состояния переменных A и B. Переменная A может быть как «0», так и «1», однако результат решения в любом случае «1». Т.е. состояние переменной A, по сути, не оказывает влияния на результат и в математическом описание не участвует. Состояние переменной B в обоих случаях равно «0». Чтобы получить из «0» переменной B логическую «1» решения ее необходимо инвертировать. Таким образом, переменная B включается в математическое описание со знаком инверсии: $\overline{B}$.

Далее необходимо оценить участие переменных C и D в результате решения (рис. 3.11).

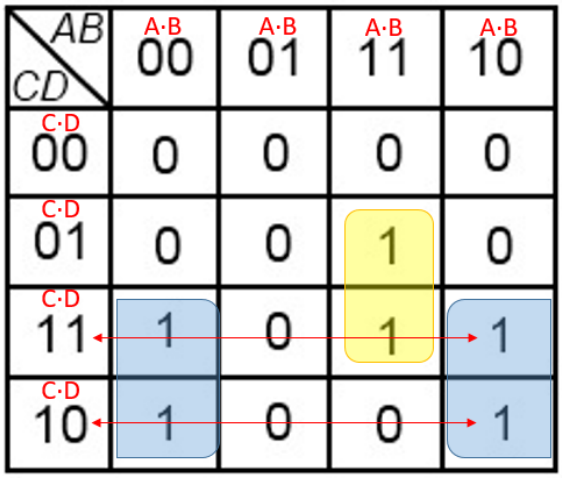


Рисунок 3.11. Продолжение математического описания

Состояния переменной C для данного объединения в обоих случаях представляют «1», следовательно, переменная C включается в математическое описание. Состояние переменной D, по сути, не оказывает влияния на результат (меняется с «1» на «0») и в математическом описание не участ-

вует. Итоговое математическое описание данного объединения будет выглядеть следующим образом: $\overline{B} \cdot C$.

Аналогичным образом выполним описание объединения двух логических «1» (рис. 3.12).

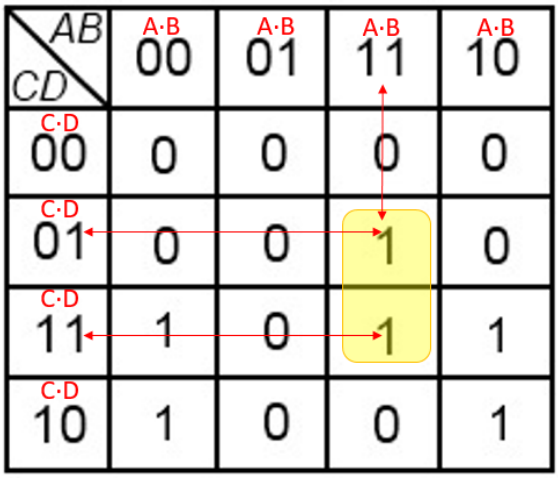


Рисунок 3.12. Порядок математического описания

Данному объединению соответствует всего одно состояние переменных A и B. Следовательно, они оба идут в математическое описание. Т.к. их состояния «1», то записываются в чистом виде без инверсии: A·B.

Переменные C и D находятся в двух состояниях. Запись осуществляется аналогично с прошлым объединением. Т.е. переменная C не записывается, переменная D в запись идет. Итоговый вид математического описания для двух «1» будет выглядеть следующим образом: A·B·D.

Ответ.

Итоговое математическое описание для всей карты Карно примет вид: $\overline{B} \cdot C + A \cdot B \cdot D$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ

Основная

1 Волчкевич, Л.И. Автоматизация производственных процессов : Учеб. пособие. – М.: Машиностроение, 2007. – 380 с. (гриф УМО).

2 Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебное пособие / А.А. Бородин, А.А. Корнилов, А.В. Шнайдер, В.В. Булатова; под общ. ред. А. В. Шнайдера. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 140 с. (гриф МЧС России).

3 Федоров, А. В. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов : учебник : в 2 ч. Ч. 1: [Электронный ресурс] / А.В. Федоров, В.И. Фомин, В.И. Смирнов, под общ. ред. А.В. Федорова. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 245 с. – Электрон. дан. – ЕВЭБ МЧС России. Режим доступа: Интранет: elib.mchs.ru (ip-адрес: http://10.46.0.45). (гриф МЧС России).

Дополнительная

4 Навацкий, А.А. Производственная и пожарная автоматика. Ч. 1. Учебник / Науч. ред. А.А. Навацкий. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. – 335 с. (гриф МЧС России).

5 Шишмарев, В. Ю. Автоматизация технологических процессов : учеб. пособие / В.Ю. Шишмарев. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 352 с. (гриф УМО).

6 Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов. Разработка проектных решений автоматизированной системы управления технологическим процессом [Текст]: учебное пособие / А. А. Бородин, А. А. Корнилов, А. В. Шнайдер и др. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 107 с.

7 Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов [Текст]: методические рекомендации по организации самостоятельной работы. Специальность 20.04.01 – Техносферная безопасность (уровень магистратуры) / А. А. Бородин, А. В. Шнайдер – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2018. – 24 с.

8 Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов [Текст]: лабораторный практикум. Специальность 20.04.01 – Техносферная безопасность (уровень магистратуры) / А. А. Бородин, А. А. Корнилов, А. В. Шнайдер и др. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 25 с.

9 Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов [Текст]: методические рекомендации по подготовке к зачету. Специальность 20.04.01 – Техносферная безопасность (уровень магистратуры) / А. А. Бородин, А. В. Шнайдер – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2018. – 26 с.

10 Бородин, А. А. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов [Текст]: методические рекомендации по изучению дисциплины. Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность (уровень магистратуры), профиль – пожарная безопасность / Сост. Шнайдер А. В., Бородин А. А. - Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2018. - 13 с.

11 РД 50-34.698-90 Методические указания «Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://base.garant.ru/193677/.

12 ГОСТ 34.601-90 Межгосударственный стандарт. Информационная технология (ИТ). Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://base.garant.ru/187735/

13 ГОСТ 34.201-89 Межгосударственный стандарт. Информационная технология (ИТ). Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://base.garant.ru/193688/

14 ГОСТ 21.408-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://base.garant.ru/70940864/

15 ГОСТ 14691-69 Устройства исполнительные для систем автоматического регулирования. Термины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://base.garant.ru/6794352/

16 ГОСТ 21.208-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://base.garant.ru/71153708/

17. СП 3.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://ivo.garant.ru.

18. СП 484.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.consultant.ru.

19. СП 486.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требований пожарной безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.consultant.ru.