

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



СОГЛАСОВАНО

Директор института магистратуры

Космачева И.В.

"15" мая 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор ХТИ

Ястребинский Р.Н.

"15" мая 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

**Основы организации систем управления химико-технологическими процессами**

направление подготовки (специальность):

**18.04.01 Химическая технология**

Направленность программы (профиль, специализация):

**Химическая технология стекла и керамики**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Институт химико-технологический

Кафедра Технологии стекла и керамики

Белгород 2021



## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Технологическая	ПК-3. Способен осваивать и контролировать новые способы производства, осуществлять выбор новых материалов, производить оптимизацию расходования основных, вспомогательных и расходных материалов.	ПК-3.1. Способен эффективно эксплуатировать системы автоматизированного управления производством.	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> - основные элементы системы автоматического управления производством; - современные методы совершенствования систем автоматического управления; - современные цифровые технологии, применяемые в промышленности; - основные компоненты SCADA-систем MasterSCADA и TRACE MODE. <b>Уметь:</b> - эффективно эксплуатировать системы автоматизированного управления; - создавать и редактировать проекты в SCADA-системах MasterSCADA и TRACE MODE. <b>Владеть:</b> - современными способами автоматизации производственных процессов; - методами моделирования ХТП; - навыками программирования MasterSCADA и TRACE MODE.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-3** Способен осваивать и контролировать новые способы производства, осуществлять выбор новых материалов, производить оптимизацию расходования основных, вспомогательных и расходных материалов.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Основы бережливого производства
2	Актуальные задачи химической технологии стекла
3	Актуальные задачи химической технологии керамики
4	Технология ситаллов и стеклокристаллических материалов
5	Технология керамических вяжущих и керамобетонов
6	Технология технической керамики
7	Технология специальных стекол

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Форма промежуточной аттестации: зачет  
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	71	71
лекции	34	34
лабораторные		
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	73	73
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	73	73
Экзамен		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Предмет и содержание курса					
	Значение автоматического управления для развития химической промышленности на современном этапе. Краткий очерк истории развития систем автоматического управления. Особенности управления ХТП. Техничко-экономический эффект управления. Роль управления в обеспечении безопасности химического производства и охраны окружающей среды. Современные цифровые технологии, применяемые в промышленности. Интеграция, «интернет вещей», большие данные, применение робототехнических комплексов и облачные технологии, как элементы Индустрии 4.0.	2			1
2. Основные понятия управления химико-технологическими процессами.					
	Основные термины и определения. Иерархия управления. Назначение систем управления химическим предприятием и химико-технологическим процессом. Принципы управления. Классификация систем управления. Структурные схемы САУ. Функциональная структура САУ. Качество процесса управления.	4			2
3. Основы теории автоматического управления					
	Моделирование как метод исследования САУ. Динамические характеристики САУ. Типовые динамические звенья. Устойчивость линейных САУ. Критерии устойчивости (Раусса-Гурвица, Михайлова, Найквиста). Применение программных комплексов Aspen Plus и CHEMCAD для моделирования ХТП.	4	10		12
4. Измерение технологических параметров					
	Измерительные преобразователи. Измерение электрических величин. Измерение давления, температуры, расхода. Измерение уровня жидкости и сыпучих тел. Измерение состава и физико-химических свойств веществ. Измерение концентрации растворов.	4	4		6
5. Системы автоматического управления					
	Объекты управления и их основные свойства. Задачи синтеза регуляторов. Основные законы регулирования.	4	4		6
6. Основы проектирования систем управления ХТП					
	Особенности управления типовыми процессами и аппаратами химической технологии. Синтез систем автоматического регулирования.	2	6		7
	Технические средства систем автоматического управления. Стадии проектирования систем управления.	2	4		5
7. Основные сведения об АСУТП в химической промышленности.					
	Назначения АСУТП. Основные функции АСУТП. Разновидности АСУТП. Режимы работы АСУТП. Обеспечение АСУТП. Взаимодействие оператора с техническими средствами АСУТП.	2	2		3
	SCADA-системы как верхний уровень АСУТП. Назначение, задачи, структура. SCADA-системы MasterSCADA и TRACE MODE Создание проектов, подключение и настройка основных компонентов. Применение облачных технологий, и работа с большими данными при организации проекта в MasterSCADA 4.	2	2		3

	Промышленные контроллеры, применяемые на среднем уровне АСУТП. Виды и классификация промышленных контроллеров. Параметрирование, программирование контроллера	2			1
	Нижний уровень АСУТП: датчики и исполнительные механизмы	2			1
<b>8. Системы управления при производстве керамических изделий.</b>					
	Описание системы управления предприятием на примере реально действующего производства. Робототехнические комплексы и аддитивные технологии в керамическом производстве.	4	2		4
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>	<b>34</b>		<b>51</b>

#### **4.2. Содержание практических (семинарских) занятий**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1.	Основы теории автоматического управления	Динамические звенья	4	2
2.	Основы теории автоматического управления	Устойчивость линейных САУ	2	2
3.	Основы теории автоматического управления	Применение программных комплексов Aspen Plus и CHEMCAD для моделирования ХТП.	2	2
4.	Основы теории автоматического управления	Моделирование САУ	2	2
5.	Измерение технологических параметров	Метрология. Государственные стандарты средств измерения и автоматизации	2	2
6.	Измерение технологических параметров	Средства измерения ХТП	2	2
7.	Системы автоматического управления	Законы регулирования основных технологических параметров	4	4
8.	Основы проектирования систем управления ХТП	Проектирование системы управления ХТП	10	10
9.	Основные сведения об АСУТП в химической промышленности.	Создание проекта в SCADA системе MasterSCADA 4	2	2
10.	Основные сведения об АСУТП в химической промышленности.	Способы программирования промышленных контроллеров	2	2
11.	Системы управления при производстве керамических изделий.	Разработка схемы автоматизации производства керамических изделий	2	2
<b>ИТОГО:</b>			<b>34</b>	<b>34</b>

#### **4.3. Содержание лабораторных занятий**

Не предусмотрено учебным планом

#### **4.4. Содержание курсового проекта/работы**

Не предусмотрено учебным планом

#### **4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий**

Не предусмотрено учебным планом

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**1 Компетенция ПК-3** Способен осваивать и контролировать новые способы производства, осуществлять выбор новых материалов, производить оптимизацию расходования основных, вспомогательных и расходных материалов.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
Способен эффективно эксплуатировать системы автоматизированного управления производством.	зачет, тестовый контроль, устный опрос

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Предмет и содержание курса	Какие возможности открывают системы управления перед химической технологией?
2.		Какие современные цифровые технологии, применяются в промышленности?
3.		Индустрия 4.0 . В чем сущность, какие элементы включает.
4.	Основные понятия управления химико-технологическими процессами	Каковы функции управляющих устройств.
5.		Каково отличие автоматического регулирования от автоматического управления?
6.		Чем определяется уровень автоматического управления в химической технологии?
7.		Что понимают под управлением?
8.		Как можно описать состояние объекта управления?
9.		Дайте определение САУ.
10.		Какими переменными характеризуется объект управления?
11.		Каковы основные принципы управления?
12.		Объясните сущность понятий прямая и обратная связь.
13.		Какие воздействия называются возмущающими, а какие – управляющими?
14.		Что характерно для комбинированного управления?
15.		По каким признакам классифицируют системы управления?
16.		Что понимают под структурой САУ
17.		Основы теории автоматического управления

18.		Как оценить качество управления?
19.		Что понимают под устойчивостью системы управления?
20.		Опишите типовые оптимальные процессы регулирования.
21.		Назовите особенности физических и математических моделей.
22.		Дайте определение типового динамического звена
23.		Поясните методику составления дифференциальных уравнений элементов САУ.
24.		Зачем необходима линеаризация уравнений и что лежит в ее основе.
25.		Назовите основные свойства преобразования Лапласа.
26.		Что характеризует передаточная функция звена? Каковы ее возможности?
27.		Что такое временные характеристики.
28.		Для чего необходимы частотные характеристики?
29.		Что характеризует частотная передаточная функция? Каковы ее возможности?
30.		Как графически представляют частотные характеристики?
31.		Какие вы знаете комбинации звеньев?
32.		Какие существуют эквивалентные преобразования структурных схем?
33.		Дайте понятия устойчивости САУ.
34.		Что характерно для линейных систем управления?
35.		Как определяется устойчивость системы управления по Ляпунову?
36.		Каковы особенности алгебраических и частотных критериев устойчивости?
37.		Как оценить запас устойчивости САУ?
38.	Системы автоматического управления	Какие признаки лежат в основе классификации объектов управления?
39.		Что такое емкость объекта?
40.		Что такое самовывравнивание объекта?
41.		Как экспериментально определяют переходные характеристики объекта?
42.		Что входит в задачу синтеза регуляторов и каковы основные этапы решения задачи синтеза регуляторов?
43.		Что лежит в основе выбора закона регулирования?
44.		Как определяют оптимальные параметры настройки промышленных регуляторов с запасом устойчивости?
45.	Измерение технологических параметров	Что такое физическая величина и что понимают под ее измерением?

46.		Что понимают под нормальными и рабочими условиями применения средств измерения?
47.		Назовите статические погрешности средств измерения. Что такое динамическая погрешность и чем она обусловлена?
48.		Охарактеризуйте основные методы измерения технологических параметров.
49.		Каково назначение первичного измерительного преобразователя?
50.		Как измеряются электрические величины?
51.		Как измеряется ТЭДС?
52.		Опишите принцип действия преобразователей давления различных видов.
53.		Как защищают манометры от действия внешней среды?
54.		Какие существуют способы измерения температуры? Их достоинства и недостатки.
55.		Опишите принцип действия расходомеров и способы их защиты от действия агрессивных сред.
56.		Сравните различные способы измерения уровня.
57.		Какова структура интеллектуальных преобразователей давления, температуры, расхода и уровня.
58.		Опишите принцип действия физических газоанализаторов и анализаторов жидкости.
59.		Каковы особенности регулирования расхода, уровня, давления, температуры, рН
60.	Основы проектирования систем управления ХТП	Назовите особенности регулирования массообменных процессов.
61.		Каковы особенности регулирования химических реакторов?
62.		Как выполняется синтез автоматических систем регулирования?
63.		Каковы особенности комбинированного регулирования?
64.		Назовите отличия каскадного регулирования от комбинированного.
65.		По каким признакам классифицируются регуляторы?
66.		Каковы принципы построения управляющих устройств и как формируются законы регулирования?
67.		Каково назначение исполнительного устройства?
68.		Как происходит выбор исполнительного устройства?
69.		Как составляется техническое задание на проектирование систем управления.
70.		Что лежит в основе выбора параметров контроля, сигнализации и управления?
71.	Основные сведения об АСУТП в химической промышленности.	Назовите основные функции промышленных АСУТП.

72.	Какие существуют разновидности АСУТП?
73.	Что входит в обеспечение АСУТП?
74.	Как определить надежность АСУТП?
75.	Как осуществляется взаимодействие человека – оператора с техническими средствами АСУТП?
76.	Что такое SCADA-система?
77.	Что входит в состав SCADA-системы?
78.	В чем сущность облачных технологий?
79.	Что такое большие данные, и как они используются в SCADA-системах?

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

#### *Тесты*

#### №1

Индустрия 4.0 обусловлена переходом:

1. от аграрной экономики к промышленному производству.
2. к применению в производстве электронных и информационных систем.
3. к поточному производству и разделению труда.
4. **на полностью автоматизированное цифровое производство.**

#### №2

Элементами Индустрии 4.0 являются:

1. **Элементы Интернета вещей.**
2. **Big Data.**
3. Применение поточного производства.
4. **Аддитивные технологии.**

#### №3

Аддитивное производство:

1. **Применение 3D технологий для производства деталей сложной формы.**
2. Производство деталей с помощью литьевых технологий.
3. Механическая обработка деталей
4. Изготовление деталей эрозионным методом.

#### №4

Объекты управления делятся на устойчивые, нейтральные, неустойчивые в зависимости от:

1. Их поведения при возникновении возмущений.
2. Вида входного сигнала.
3. **Их поведения после прекращения действия возмущения.**
4. Вида их реакции на входной сигнал.

#### №5

Система автоматического управления включает в себя:

1. Объект управления и измерительный элемент.
- 2. Объект управления и управляющее устройство.**
3. Управляющее устройство и органы воздействия на объект управления.
4. Объект управления и усилительный элемент.

№6

В системах с управлением по отклонению управляющее устройство решает задачу:

1. Измерения возмущающего воздействия и выработки регулирующего воздействия для его компенсации.
2. Измерения задающего воздействия и выработки на его основе регулирующего воздействия.
- 3. Устранения отклонения управляемой величины от задающей.**
4. Измерения задающего и возмущающего воздействий и выработки с учетом этих измерений регулирующего воздействия.

№7

В системах с управлением по возмущению управляющее устройство решает задачу:

1. Измерения возмущающего воздействия и выработки регулирующего воздействия для его компенсации.
2. Измерения задающего воздействия и выработки на его основе регулирующего воздействия.
3. Устранения отклонения управляемой величины от задающей.
- 4. Измерения задающего и возмущающего воздействий и выработки с учетом этих измерений регулирующего воздействия.**

№8

Функциональная схема САУ характеризует:

Функции отдельных элементов системы с учетом их физической природы.

**Функции отдельных элементов системы вне зависимости от их конкретной реализации.**

Последовательность соединения отдельных частей системы и их математическое описание.

Последовательность соединения отдельных частей системы и их конкретную реализацию.

№9

Какое из перечисленных ниже устройств не входит в функциональную схему линейной САУ:

1. Измерительное устройство.
2. Усилительное устройство.
- 3. Кодирующее устройство**
4. Сравнивающее устройство.

№10

Какое из перечисленных ниже устройств предназначено для установления

требуемого значения управляемой величины:

1. Измерительное устройство.
2. Усилительное устройство.
- 3. Задающее устройство.**
4. Сравнивающее устройство.

#### №11

Какое из перечисленных ниже устройств предназначено для выработки воздействия, прикладываемого к регулирующему органу объекта управления

1. Измерительное устройство.
2. Усилительное устройство.
- 3. Исполнительное устройство.**
4. Сравнивающее устройство.

#### №12

Какое из перечисленных ниже устройств предназначено для изменения свойств САУ в нужном проектировщику направлении

1. Измерительное устройство.
- 2. Корректирующее устройство.**
3. Исполнительное устройство.
4. Сравнивающее устройство.

#### №13

Выделить воздействие, не входящее в число типовых при исследовании САУ :

1.  $f(t) = t \cdot 1(t)$
2.  $f(t) = A \sin \omega t$
3.  $f(t) = t^2 \cdot 1(t)$
4.  $f(t) = A t g \omega t$

#### №14

На какие две группы в зависимости от причин возникновения можно разделить возмущающие воздействия:

1. Постоянные и переменные
- 2. Нагрузку и помехи**
3. Гармонические и негармонические
4. Приложенные к входу объекта управления и к регулятору.

#### №15

В статической по отношению к задающему воздействию системе:

1. Выходной сигнал является постоянной величиной
2. Входной сигнал является постоянной величиной.
3. Установившееся отклонение регулируемой величины от требуемого значения

$$e_{уст} = \lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = const = 0$$

- 4. Установившееся отклонение регулируемой величины от требуемого значения**  $e_{уст} = \lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = const \neq 0$  .

#### №16

В астатической по отношению к задающему воздействию системе:

1. Выходной сигнал является постоянной величиной

2. Входной сигнал является постоянной величиной.

**3. Установившееся отклонение регулируемой величины от требуемого значения**  $e_{уст} = \lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = const = 0$

4. Установившееся отклонение регулируемой величины от требуемого значения  $e_{уст} = \lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = const \neq 0$ .

#### №17

При каких условиях линейная стационарная система будет астатической по отношению к входному сигналу  $f(t) = A \sin \omega t$ :

**1. Если передаточная функция разомкнутой системы не имеет нулевых полюсов.**

2. Если передаточная функция разомкнутой системы имеет один нулевой полюс первого порядка.

3. Если передаточная функция разомкнутой системы имеет один нулевой полюс второго порядка.

4. Таких условий нет – система не может быть астатической по отношению к данному сигналу.

#### №18

Перерегулирование определяется формулой:

1.  $\sigma\% = \frac{x_{\max} - x_{уст}}{x_{уст}} 100\%$ .

2.  $\sigma\% = \frac{x_{\max}}{x_{уст}} 100\%$ .

3.  $\sigma\% = \frac{x_{\max} - x_{уст}}{x_{\max}} 100\%$ .

4.  $\sigma\% = \frac{x_{ex} - x_{уст}}{x_{уст}} 100\%$ .

#### №19

Системы делятся на системы стабилизации, программного регулирования, зависимого управления в зависимости от:

1. Числа регулируемых величин.

2. Установившегося значения сигнала ошибки.

3. Числа обратных связей в системе.

**4. Информации о задающем воздействии.**

#### №20

Системы делятся на статические и астатические в зависимости от:

1. Числа регулируемых величин.

**2. Установившегося значения сигнала ошибки.**

3. Числа обратных связей в системе.

4. Информации о задающем воздействии.

#### №21

Системы делятся на одномерные и многомерные в зависимости от:

**1. Числа регулируемых величин.**

2. Установившегося значения сигнала ошибки.

3. Числа обратных связей в системе.
4. Информации о задающем воздействии.

№22

Время регулирования  $t_p$  - это время, по истечении которого выполняется условие:

1.  $\left| \frac{x(t) - x_{уст}}{x_{уст}} \right| \leq \Delta$ .
2.  $\left| \frac{x(t) - x_{уст}}{x_{уст}} \right| \geq \Delta$ .
3.  $|x(t) - x_{уст}| \leq \Delta$ .
4.  $|x(t) - x_{уст}| \geq \Delta$ .

№23

Из перечисленных ниже зависимостей исключите функцию, не входящую в число типовых входных воздействий для САУ:

1.  $f(t) = 1(t)$ .
2.  $f(t) = 1(t) \cdot A \sin \omega t$ .
3.  $f(t) = \delta(t)$ .
4.  $f(t) = 1(t) \cdot A e^{-\alpha t}$ .

№24

Если линейная система является астатической по отношению к линейно нарастающему входному сигналу  $f(t) = 3t$ , то она будет также астатической по отношению к входному сигналу вида:

1.  $f(t) = 1(t)$ .
2.  $f(t) = 3t^2$ .
3.  $f(t) = (3t + 6) \cdot 1(t)$ .
4.  $f(t) = t^3 1(t)$ .

№25

Если линейная система является астатической по отношению к линейно нарастающему входному сигналу  $f(t) = 3t^2$ , то она будет также астатической по отношению к входному сигналу вида:

1.  $f(t) = e^{-t}$ .
2.  $f(t) = 3t$ .
3.  $f(t) = 5 \sin 3t$ .
4.  $f(t) = t^3$ .

№26

SCADA-система это:

1. **Программа, для создания программного обеспечения для автоматизации контроля и управления технологическим процессом.**
2. Программа для создания приложений управления базами данных.
3. Программное обеспечение для автоматизации контроля и управления технологическим процессом.
4. Семейство программных технологий, предоставляющих единый интерфейс для управления объектами автоматизации и технологическими процессами.

В состав SCADA-системы входит:

1. Среда разработки.
2. Среда исполнения.
3. OPC-сервер.
4. Все выше перечисленное.

### Перечень задач для практических занятий

1. Получите дифференциальное уравнение стеклянного ртутного термометра с объемом ртути  $V$ , площадью поверхности теплопередачи  $S$ , удельной теплоемкости ртути  $C$ , плотностью  $13600 \text{ кг/м}^3$ , и коэффициентом теплопередачи  $\alpha$ .
2. Дано дифференциальное уравнение дифманометра. Получите передаточную функцию дифманометра.
3. При сжигании  $Q_1 \text{ м}^3/\text{ч}$  природного газа в печи устанавливается температура  $t_1$ . Найдите статический коэффициент усиления печи, если при увеличении расхода газа до  $Q_2 \text{ м}^3/\text{ч}$  температура в печи повышается до  $t_2$ .
4. На вход статического звена первого порядка с постоянной времени  $T$  и коэффициентом усиления  $K$  подали единичное ступенчатое воздействие при нулевых начальных условиях. Чему равна выходная величина звена через  $T_1, T_2, T_3$ ?
5. Дана передаточная функция трубопровода, Назовите звено. Получите переходную функцию трубопровода и нарисуйте переходную характеристику.
6. В изотермическом реакторе идеального вытеснения протекает без изменения объема химическая реакция первого порядка. Определить изменение концентрации реагента во времени на выходе из реактора, если произошло ступенчатое изменение расхода реакционной смеси, а концентрация реагента на входе в реактор не изменилась.
7. Известно, что каждый из двух реакторов, соединенных последовательно может быть представлен в виде статического звена первого порядка. Чему равна передаточная функция системы реакторов?
8. Определите устойчивость систем регулирования по критерия Михайлов, если известны их характеристические уравнения.
9. Определите критическое значение коэффициента усиления пропорционального регулятора, с помощью которого регулируют процесс в объекте без самовыравнивания и при наличии транспортного запаздывания.
10. Объект описывается динамическим уравнением первого порядка с запаздыванием. Определите критическую частоту системы и максимальный коэффициент усиления пропорционального регулятора для нескольких значений  $\tau/T$ .
11. Определить абсолютную, относительную и приведенную погрешности измерения концентрации технического кислорода, если газоанализатор со шкалой от  $C_1$  до  $C_2$  % показывает  $C$ , а действительная концентрация кислорода равна  $C_d$ .
12. Разработать схему автоматизации линии по производству керамической плитки с использованием интернет ресурса [Miro](http://Miro.com).

13. Разработать схему автоматизации линии по производству динасовых огнеупоров с использованием интернет ресурса Miro.
14. Разработать схему автоматизации линии по производству керамического кирпича с использованием интернет ресурса Miro.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в БГТУ им. В.Г. Шухова и осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме зачета. Формирование оценки проводится по следующим критериям:

**Оценка «зачтено»** выставляется студенту, который выполнил не менее 80 % (20 заданий и более) тестовых заданий.

**Оценка «не зачтено»** выставляется студенту, который выполнил менее 80 % (менее 20 заданий) тестовых заданий.

Оценка результатов аттестационного испытания объявляется обучающимся в день его проведения. Результаты выполнения аттестационных испытаний должны быть выставлены в зачетные книжки не позднее следующего рабочего дня после их проведения.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	Учебная лаборатория №302	мультимедийный комплекс в состав которого входит: – интерактивная доска; – проектор; – компьютер.
	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
--	----------------------	---

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	MasterSCADA 4D MSRT4D Trial W	Бесплатная версия исполнительской системы на неограниченное количество тегов ввода-вывода, с ограничением в режиме исполнения - 1 час.
2.	Базовая линия SCADA TRACE MODE	Базовая линия на 32 точки распространяется бесплатно
3.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
4	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
5	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
6	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
7	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### **6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов**

1. Беспалов А.В. Системы управления химико-технологическими процессами / Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен. – М:ИКЦ «Академкнига», 2007. – 690 с.
2. Беспалов А.В., Харитонов Н.И. Задачник по системам управления химико-технологическими процессами: Учебное пособие для – М:ИКЦ «Академкнига», 2005. – 307 с.
3. Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. – СПб.: Химия, 1985. - 352 с.
4. Дудников Е.Г. Автоматическое управление в химической промышленности. – М.: Химия, 1987. - 368 с.

### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. <http://elibrary.ru>
2. <https://miro.com/>
3. <https://kahoot.com/>
4. <http://masterscada.ru/docs4>
5. <http://www.adastra.ru/products/rukovod/>
6. <http://e.lanbook.com>
7. <http://www.consultant.ru>
8. <http://normacs.ru/>
9. <https://elib.bstu.ru/Reader/Book>