

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_  
Руководитель ОПОП ВО  
профессор Н.К. Кондрашева

\_\_\_\_\_  
Проректор по образовательной  
деятельности доцент  
Д.Г. Петраков

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	18.03.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль):</b>	Химическая технология неорганических веществ
<b>Квалификация выпускника</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	Доцент Георгиева Э.Ю.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами неорганических веществ» разработана:**

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», утверждённого приказом Минобрнауки России № 922 от 07 августа 2020 г.;

– на основании учебного плана подготовки бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» направленность (профиль) «Химическая технология неорганическая технология».

Составитель: \_\_\_\_\_ доцент каф. ХТПЭ Георгиева Э.Ю.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры химических технологий и переработки энергоносителей от 15 февраля 2021г., протокол № 19.

Заведующий кафедрой ХТПЭ \_\_\_\_\_ Н.К. Кондрашева

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования

\_\_\_\_\_

Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса

\_\_\_\_\_

к.т.н.

А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами неорганических веществ» является ознакомление будущих специалистов в области нефтяной и нефтегазовой технологии с основами теории управления химико-технологических процессов, с классическими и современными методами анализа систем управления; с теоретическими основами и практическими методами исследования систем автоматического управления, связанных с решением профессиональных задач.

Задачами дисциплины являются:

- изучение теоретических основ и основных понятий о современных системах управления (АСУ ТП) и их основных характеристиках; методов диагностики химико-технологических процессов и средств, используемых для этого; типовых систем автоматического управления в химической и нефтеперерабатывающей промышленности;
- овладения методами проектирования автоматических систем управления;
- формирование представлений о проведении анализа технологического процесса как объекта управления;
- овладения методами разработки функциональных схем автоматизации (ФСА);
- приобретение навыков практического применения полученных знаний; способностей для самостоятельной работы;
- умение самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

В соответствие с учебным планом, дисциплина «Системы управления химико-технологическими процессами неорганических веществ» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», направленность (профиль) «Химическая технология неорганических веществ» и изучается в 8 семестре.

При этом процесс изучения дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами неорганических веществ» направлен на формирование у студентов четвертого курса основ их предстоящей профессиональной деятельности.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами неорганических веществ» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен обеспечить проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять	ОПК-4	ОПК-4.1. <b>Знает:</b> комплекс измерительных средств (приборов), фиксирующих значения важнейших параметров работы всех технологических аппаратов; комплекс локальных средств регулирования, определяющих нормальную и безопасную работу оборудования и технологии в целом; технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; физико-

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья		химические закономерности протекающих процессов на различных стадиях технологического процесса.
		ОПК-4.2. <b>Умеет:</b> применять знания смежных и сопутствующих дисциплин при решении профессиональных задач; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; определять основные статические и динамические характеристики объектов; анализировать технологические параметры процесса и выполнять обработку полученных результатов.
		ОПК-4.3. <b>Владеет:</b> навыками работы на современных приборах и устройствах; методами управления и регулирования химико-технологических процессов; способностью анализировать технологический процесс как объект управления; навыками проведения стандартных и сертификационных испытаний материалов, изделий
Способен использовать знания физико-химических свойств материала для решения профессиональных задач	ПКС-3	ПКС-3.1. Знает физико-химические основы и методы получения конечных продуктов
		ПКС-3.2. Умеет проводить эксперимент по заданной методике, подбирать технологические параметры процесса производства конечных продуктов;
		ПКС-3.3. Владеет навыками определения характеристик и оптимальных технологических параметров процесса производства

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		8
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
Лекции	12	12
Практические занятия (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
Проработка конспекта лекций	6	6
Подготовка к практическим занятиям	6	6

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		8
Выполнение заданий поисково-исследовательского характера	3	3
Реферат	-	-
Подготовка к контрольной работе	3	3
Подготовка к экзамену	6	6
Подготовка к диф. зачету	-	-
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>36(Э)</b>	<b>36(Э)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>180</b>	<b>108</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Основы теории автоматического управления	12	2	4	2	4
Раздел 2. Статические характеристики и динамические звенья	14	2	4	2	6
Раздел 3. АСУ	12	2	4	2	4
Раздел 4. Основные средства автоматизации и управления	18	2	6	4	6
Раздел 5. Автоматизация химико-технологических процессов	16	4	6	2	4
<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>24</b>

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. Основы теории автоматического управления	Введение в теорию автоматического управления. Общие принципы построения АСУ. основные понятия и определения. Структура АСУ. Классификация АСУ. Методы математического описания линейных элементов АСУ. Особенности передаточных свойств элементов АСУ. Характеристика воздействий и сигналов в АСУ.	2
2	Раздел 2. Статические характеристики и динамические звенья	Статические характеристики элементов. Динамические характеристики элементов АСУ. Обыкновенные дифференциальные	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		уравнения. Временные характеристики. Передаточная функция. Частотные характеристики. Характеристики и модели типовых динамических звеньев АСУ. Классификация типовых динамических звеньев. Алгоритмические схемы замкнутых автоматических систем управления и характеристики их передаточных свойств. Правила преобразования алгоритмических схем. Передаточные функции типовой одноконтурной АСУ.	
3	Раздел 3. АСУ	Анализ устойчивости линейных АСУ. Общее математическое условие устойчивости. Критерии устойчивости АСУ. Области устойчивости АСУ. Влияние структуры и параметров АСУ на устойчивость. Оценка качества управления АСУ. Синтез линейных АСУ. Основные понятия синтеза АСУ. Общие принципы синтеза алгоритмической структуры АСУ.	2
4	Раздел 4. Основные средства автоматизации и управления	Средства автоматизации и управления. Государственная система приборов (ГСП), Классификация контрольно-измерительных приборов. Функциональные схемы автоматизации (ФСА). Основные принципы построения ФСА.	2
5	Раздел 5. Автоматизация химико-технологических процессов	Системы автоматического регулирования химико-технологических процессов. Автоматизация промышленных печей. Автоматизация тепловых процессов. Автоматизация массообменных процессов. Автоматизация процесса сушки. Разработка схем автоматизации по ГОСТу- 21.404-85. Основные положения разработки систем автоматизации. Оформление чертежей ФСА.	2
<b>Итого:</b>			<b>12</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Раздел 1	Расчет простейшей автоматической системы регулирования в статическом режиме	2
2	Раздел 2	Определение операторных уравнений при нулевых начальных условиях. Получение передаточных функций структурных звеньев, характеристических уравнений и их корней.	2
3	Раздел 3	Определение передаточной функции разомкнутой системы.	2

4.	Раздел 4	Получение характеристического выражения замкнутой системы.	2
		Получение передаточных функций системы по заданию, по возмущению, по ошибке.	2
		Определение коэффициентов усиления АСР и устойчивости системы.	2
		Построение переходной характеристики	2
		Построение годографа АФЧХ и построение логарифмических АФЧХ	2
		Соединения типовых динамических звеньев	2
		Построение годографа характеристического уравнения. Критерий устойчивости Гурвица.	2
		Критерии устойчивости Михайлова и Найквиста	2
5.	Раздел 5	Выбор средств автоматизации на основании ФСА и технологических параметров.	2
<b>Итого:</b>			<b>24</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 3.	Изучение динамических характеристик	2
		Частотные характеристики динамических звеньев	2
		Исследование устойчивости систем с обратной связью	2
		Исследование статических и динамических свойств САУ	2
		Исследование разомкнутой линейной системы	2
		Моделирование систем. Создание простой модели.	2
<b>Итого:</b>			<b>12</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1. Основы теории автоматического управления**

1. Общие принципы построения АСУ.
2. Основные понятия теории автоматического управления.
3. Структура АСУ.
4. Классификация АСУ.
5. Математическое описание линейных элементов АСУ.
6. Назовите основные термины и определения
7. Как классифицируются системы по принципу управления?
8. Назовите классификацию по цели управления.
9. Какие бывают системы по характеру сигналов в регуляторе (устройстве управления)?
10. Какие бывают системы по характеру параметров?

#### **Раздел 2. Статические характеристики и динамические звенья**

1. Назовите статические характеристики элементов АСУ.
2. Назовите основные динамические характеристики и звенья АСУ.
3. Для чего применяются временные характеристики?
4. Для чего применяются частотные характеристики?
5. Назовите классификацию типовых динамических звеньев.
6. Назовите определение передаточной функции.
7. Какие типовые воздействия находят наибольшее применение в ТАУ?
8. Какой возмущающий сигнал выбирается для компенсации при реализации разомкнутого принципа управления?
9. Перечислите достоинства и недостатки принципов регулирования (разомкнутого, замкнутого, комбинированного).
10. Какие системы автоматического регулирования называются статическими и астатическими по возмущению?

#### **Раздел 3. АСУ**

1. Анализ устойчивости линейных АСУ.
2. Критерии устойчивости Найквиста.
3. Критерий устойчивости Михайлова.
4. Основные понятия синтеза АСУ.
5. Области устойчивости АСУ.
6. Укажите основные показатели качества, характеризующие переходный процесс, вызванный ступенчатым воздействием.
7. Что такое амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики динамической системы?
8. Что такое амплитудно-фазовая частотная характеристика?



9. Объясните, с какой целью вводится понятие логарифмических частотных характеристик.

10. Что такое запасы устойчивости по модулю (амплитуде) и фазе?

#### **Раздел 4. Основные средства автоматизации и управления**

1. Средства автоматизации и управления.
2. Государственная система приборов.
3. Классификация контрольно-измерительных приборов.
4. Условные обозначения на функциональной схеме автоматизации (ФСА).
5. Основные принципы построения и разработки ФСА.
6. Назовите основные принципы выполнения ФСА.
7. Как осуществляется нумерация оборудования на ФСА?
8. Как выполняется спецификация оборудования?
9. Как выполняется изображение технологических коммуникаций на ФСА?
10. Назовите методы построения условных обозначений ФСА по ГОСТу.

#### **Раздел 5. Основные средства автоматизации и управления**

1. Системы автоматического регулирования химико-технологических процессов.
2. Особенности автоматизации тепловых процессов и аппаратов.
3. Автоматизация массообменных процессов.
4. Основные положения разработки схем автоматизации.
5. Оформление чертежей ФСА.
6. Что вносят в таблицу сводных параметров по ФСА.

#### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

##### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий:**

1. Понятие АСУТП. Что называется АСУТП?
2. Какие функции выполняет АСУТП?
3. Структура управления предприятием.
4. Автоматизированная система управления предприятием.
5. Особенности предприятия как объекта управления.
6. Автоматизированная система управления производством.
7. Локальные автоматические системы.
8. Какие параметры подлежат контролю?
9. Подсистема автоматизации.
10. Подсистема сигнализации.
11. Какие объекты подлежат сигнализации?
12. Подсистема защиты.
13. Чем отличается АСУТП от локальных систем управления?
14. Что называется АСУ?
15. Исследование систем автоматического управления. Переходные характеристику АСУ.
16. На какие основные уровни подразделяется АСУТП?
17. Какие задачи решаются на нижнем уровне АСУТП?
18. Что представляет собой SCADA система?
19. Что включает в себя комплекс технических средств АСУТП?
20. Что называется АСР?
21. Что называется объектом управления?
22. Какие возмущающие воздействия бывают?
23. Что называется лингвистическим обеспечением?
24. Что входит в состав комплекса технических средств?
25. Назовите классификацию АСУТП.
26. Какие задачи решаются на верхнем этапе АСУТП?
27. Что называется передаточной функцией объекта?
28. Перечислите виды частотных характеристик.
29. Основные типовые динамические звенья.

30. Алгебраический критерий Рауса.
31. Частотный критерий Гурвица.
32. Частотный критерий Михайлова.
33. Как формируется критерий качества?
34. Как проводится оценка качества регулирования АСР?
35. Для чего используется интегральная оценка качества?
36. Что называют корневым методом оценки качества?
37. Сформулируйте частотный критерий Найквиста.
38. Перечислите виды соединений звеньев.
39. Какие системы называют неустойчивыми?
40. По какому параметру оценивают запас устойчивости АСР?

## 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

### Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Что изучает теория управления?	1. принципы и методы построения автоматических систем 2. свойства объектов управления 3. характеристики регуляторов 4. характеристики датчиков
2.	При линеаризации дифференциальных уравнений мы разлагаем нелинейности в ....	1. в ряд Маклорена 2. в ряд Фурье 3. в ряд Тейлора 4. в ряд Эйлера
3.	Переходная функция – это	1. отношение выходной величины ко входной 2. реакция системы на единичное скачкообразное входное воздействие 3. отношение выходной величины ко входной на установившемся режиме 4. реакция системы на выходное воздействие
4.	Какие законы управления реализованы в системе управления, имеющей передаточную функцию $W(p) = \frac{k(Tp + 1)}{tp + 1}$	1. ПД 2. ИД 3. ПИД 4. И
5.	Что такое амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ)?	1. зависимость амплитуды от частоты; 2. зависимость амплитуды и фазы от частоты; 3. годограф частотной передаточной функции $W(j\omega)$ , построенный в декартовой либо полярной системе координат 4. зависимость фазы от частоты
6.	Какие корни характеристического уравнения определяют длительность переходного процесса?	1. расположенные дальше от мнимой оси (слева); 2. расположенные ближе к мнимой оси (слева); 3. расположенные ближе к мнимой оси (справа) 4. расположенные ближе к мнимой оси (справа)
7.	Система автоматического управления	1. Объект управления и измерительный

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	включает в себя:	<p>элемент.</p> <p>2. Объект управления и управляющее устройство.</p> <p>3. Управляющее устройство и органы воздействия на объект управления.</p> <p>4. Объект управления и усилительный элемент.</p>
8.	В системах с управлением по отклонению управляющее устройство решает задачу:	<p>1. Измерения возмущающего воздействия и выработки регулирующего воздействия для его компенсации.</p> <p>2. Измерения задающего воздействия и выработки на его основе регулирующего воздействия.</p> <p>3. Устранения отклонения управляемой величины от задающей.</p> <p>4. Измерения задающего и возмущающего воздействий и выработки с учетом этих измерений регулирующего воздействия.</p>
9.	Какое из перечисленных ниже устройств не входит в функциональную схему линейной САУ:	<p>1. Измерительное устройство.</p> <p>2. Усилительное устройство.</p> <p>3. Кодированное устройство</p> <p>4. Сравнительное устройство.</p>
10.	При каких условиях линейная стационарная система будет астатической по отношению к входному сигналу $f(t) = A \sin \omega t$ :	<p>1. Если передаточная функция разомкнутой системы не имеет нулевых полюсов.</p> <p>2. Если передаточная функция разомкнутой системы имеет один нулевой полюс первого порядка.</p> <p>3. Если передаточная функция разомкнутой системы имеет один нулевой полюс второго порядка.</p> <p>4. Таких условий нет – система не может быть астатической по отношению к данному сигналу.</p>
11.	Системы делятся на одномерные и многомерные в зависимости от:	<p>1. Числа регулируемых величин.</p> <p>2. Установившегося значения сигнала ошибки.</p> <p>3. Числа обратных связей в системе.</p> <p>4. Информации о задающем воздействии.</p>
12.	Выделить неверное утверждение:	<p>1. Если система устойчива, то коэффициенты характеристического уравнения имеют одинаковые знаки.</p> <p>2. Если коэффициенты характеристического уравнения имеют различные знаки, то система неустойчива.</p> <p>3. Если коэффициенты характеристического уравнения имеют одинаковые знаки, то система устойчива.</p> <p>4. Для системы второго порядка положительность коэффициентов характеристического уравнения является необходимым и достаточным условием устойчивости.</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
13.	Передаточная функция системы зависит:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Только от параметров входного сигнала.</li> <li>2. Только от структуры и параметров системы.</li> <li>3. И от вида входного сигнала и от структуры и параметров системы.</li> <li>4. Не зависит ни от входного сигнала, ни от структуры и параметров системы.</li> </ol>
14.	Другое название весовой характеристики звена ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Передаточной функции.</li> <li>2. Импульсной переходной функции.</li> <li>3. Переходной функции.</li> <li>4. Дельта-функции.</li> </ol>
15.	При использовании последовательного И – регулятора наблюдается:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышение точности системы.</li> <li>2. Увеличение частоты среза.</li> <li>3. Повышение быстродействия системы.</li> <li>4. Увеличение запасов устойчивости системы.</li> </ol>
16.	Основной чертой, отличающей ПД – закон управления от других, является:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение интеграла от ошибки в закон управления.</li> <li>2. Введение ошибки в закон управления.</li> <li>3. Введение производной ошибки в закон управления.</li> <li>4. Введение линейной комбинации интеграла и производной в закон управления.</li> </ol>
17.	При построении желаемой ЛАЧХ значение коэффициента передачи разомкнутой системы определяется, исходя из:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Необходимости обеспечения требуемого значения второй производной управляемой величины.</li> <li>2. Необходимости обеспечения требуемого времени регулирования.</li> <li>3. Необходимости обеспечения требуемого значения ошибки.</li> <li>4. Необходимости обеспечения требуемого перерегулирования.</li> </ol>
18.	Наклон низкочастотной асимптоты желаемой ЛАЧХ определяется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Порядком астатизма исходной системы.</li> <li>2. Равен <math>-20\text{дБ/дек}</math>.</li> <li>3. Заданным порядком астатизма скорректированной САУ.</li> <li>4. Повторяет наклон низкочастотной части исходной системы.</li> </ol>
19.	В устойчивая система характеризуется тем, что..	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реакция на любое воздействие ограничена.</li> <li>2. Реакция на любое ограниченное воздействие ограничена.</li> <li>3. Реакция на неограниченное воздействие ограничена.</li> <li>4. Найдется хотя бы одно ограниченное воздействие, реакция на которое неограниченна.</li> </ol>
20.	Критерий Рауса является:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Необходимым и достаточным условием устойчивости.</li> <li>2. Только необходимым условием устойчивости.</li> <li>3. Достаточным условием устойчивости.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. Подтверждает неустойчивость системы

Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Асимптотические ЛАФЧХ отличаются от истинных:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Упрощенным построением ЛАЧХ</li> <li>2. Упрощенным построением ЛФЧХ</li> <li>3. Упрощенным построением ЛАЧХ и ЛФЧХ</li> <li>4. Отбрасыванием больших частот при их построении</li> </ol>
2.	ФЧХ колебательного звена при изменении $\omega$ от 0 до $\infty$ изменяется в пределах:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. От 0 до <math>-180^\circ</math></li> <li>2. От 0 до <math>+90^\circ</math></li> <li>3. Всегда равна <math>-90^\circ</math></li> <li>4. От 0 до <math>-90^\circ</math></li> </ol>
3.	В асимптотической ЛАЧХ колебательного звена высокочастотная асимптота представляет собой:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Луч с наклоном <math>-20</math> дб/дек</li> <li>2. Горизонтальную прямую с ординатой <math>20 \lg K</math></li> <li>3. Луч с наклоном <math>+20</math> дб/дек</li> <li>4. Луч с наклоном <math>-40</math> дб/дек</li> </ol>
4.	Функциональная схема САУ характеризует:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Функции отдельных элементов системы с учетом их физической природы.</li> <li>2. Функции отдельных элементов системы вне зависимости от их конкретной реализации.</li> <li>3. Последовательность соединения отдельных частей системы и их математическое описание.</li> <li>4. Последовательность соединения отдельных частей системы и их конкретную реализацию.</li> </ol>
5.	Какое из перечисленных ниже устройств предназначено для установления требуемого значения управляемой величины:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерительное устройство.</li> <li>2. Усилительное устройство.</li> <li>3. Задающее устройство.</li> <li>4. Сравнивающее устройство.</li> </ol>
6.	Системы делятся на системы стабилизации, программного регулирования, зависимого управления в зависимости от:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Числа регулируемых величин.</li> <li>2. Установившегося значения сигнала ошибки.</li> <li>3. Числа обратных связей в системе.</li> <li>4. Информации о задающем воздействии</li> </ol>
7.	Собственная сопровождающая составляющая процесса регулирования – это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Движение, возникающее при наличии входного сигнала и определяемое полюсами изображения по Лапласу входного сигнала.</li> <li>2. Движение, определяемое наличием ненулевых начальных условий.</li> <li>3. Движение, возникающее при наличии входного сигнала и определяемое полюсами передаточной функции САУ.</li> <li>4. Движение, возникающее при одновременном наличии входного сигнала и</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		ненулевых начальных условий и определяемое полюсами передаточной функции САУ.
8.	В устойчивой системе:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. При <math>t \rightarrow \infty</math> вынужденное движение стремится к нулю</li> <li>2. Вынужденное движение ограничено при любых входных воздействиях.</li> <li>3. При <math>t \rightarrow \infty</math> свободная составляющая движения стремится к нулю.</li> <li>4. При <math>t \rightarrow \infty</math> собственно сопровождающая составляющая совпадает с вынужденным движением.</li> </ol>
9.	1. Системой автоматического управления называется система	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.осуществляющая основной процесс без участия человека</li> <li>2.выполняющая функции контроля объектов управления</li> <li>3.в которой функции управления делят поровну машина и человек</li> <li>4.реагирующая на возмущающие воздействия</li> </ol>
10.	Какая система называется системой автоматизированного управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.в которой функции управления делятся между машиной и человеком</li> <li>2. выполняющая функции контроля объектов управления</li> <li>3. осуществляющая основной процесс без участия человека</li> <li>4. осуществляющая управление наилучшим образом</li> </ol>
11.	По виду управляющего сигнала, вырабатываемого автоматическим регулятором АСР бывают	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.релейные</li> <li>2.непрерывные</li> <li>3.дискретные</li> <li>4. периодические</li> </ol>
12.	Замкнутая АСР с обратной связью реализует принцип регулирования:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.по возмущению</li> <li>2.по отклонению</li> <li>3.по заданию</li> <li>4. по возмущению</li> </ol>
13.	Что является целью регулирования?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.поддержание регулируемого параметра на заданном значении</li> <li>2.определение ошибки регулирования</li> <li>3.выработка управляющих воздействий</li> <li>4. поддержание работы датчика</li> </ol>
14.	Зависимость выходного параметра объекта от входного называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.статической характеристикой</li> <li>2.импульсной характеристикой</li> <li>3.динамической характеристикой</li> <li>4.частотной характеристикой</li> </ol>
15.	Что является общей задачей оптимального управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оптимизация управления динамическими системами и процессами.</li> <li>2. Управление информационными системами.</li> <li>3. Оптимизация разработки компьютерных программ.</li> <li>4. Анализ устойчивости систем</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		автоматического управления.
16.	Стационарной системой называется ....	1. Система, параметры которой зависят от времени 2. Система, параметры которой не зависят от времени 3. Любая линейная система. 4. Любая нелинейная система.
17.	Стохастическими системами управления являются системы....	1. Системы управления, параметры или сигналы в которых есть случайными. 2. Линейные системы. 3. Оптимальные системы. 4. Нелинейные системы.
18.	Цифровой системой управления называется...	1. Системы программного управления. 2. Сомкнутые системы управления. 3. Аналоговые системы управления. 4. Системы управления с цифровым регулятором
19.	Управляющим устройством называется:	1.совокупность управляющих и возмущающих воздействий; 2.технологическое устройство, с помощью которого осуществляется автоматическое управление; 3.машины, аппараты и другие технические устройства, нуждающиеся в специально организованных воздействиях извне для их правильного функционирования; 4.все вышеперечисленные ответы.
20.	Статическим объектом называют такой, параметры которого:	1.зависят от временных и пространственных координат; 2. являются функциями только времени; 3.не являются функциями времени; 4.не зависят ни от временных, ни от пространственных координат

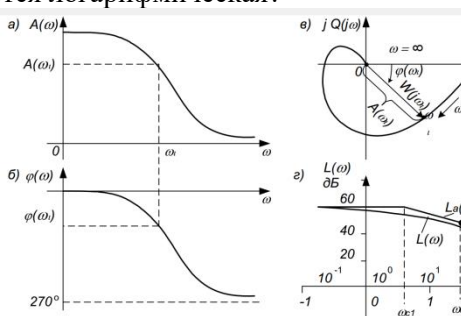
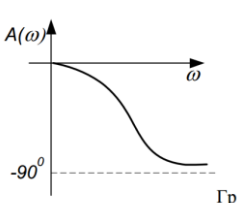
### Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Для реализации управляющих воздействий служат	1.исполнительные устройства 2.передаточные устройства 3.компенсирующие устройства 4.согласованные устройства
2.	Структурно-динамическая схема АС -	1. условное графическое изображение системы, показывающее из каких динамических звеньев она состоит и как эти звенья соединены между собой 2. элементарные звенья, описываемые линейными алгебраическими уравнениями не выше второго порядка с положительными постоянными коэффициентами 3. характеристика поведения системы в установившемся и переходном процессах

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		<p>при определенном виде внешних воздействий</p> <p>4. устройство системы обеспечить сколь угодно малое отклонение возмущенного движения при достаточно малых начальных возмущениях за конечный отрезок времени</p>
3.	Какое устройство называется датчиком?	<p>1. Измеряющее значение величины.</p> <p>2. Устройство, измеряющее параметры процесса.</p> <p>3. Устройство измеряющее скорость.</p> <p>4. Устройство для измерения температуры.</p>
4.	<p>Как называется процесс приведенный на рисунке ниже</p> 	<p>1. граничный аperiodический процесс с минимальным временем регулирования</p> <p>2. процесс с 20 %-перерегулированием и минимальным временем первого полупериода</p> <p>3. процесс с минимальным интегралом от квадрата ошибки</p> <p>4. процесс с максимальным интегралом от квадрата ошибки</p>
5.	Какими могут быть средства декомпозиции?	<p>1. имитационными;</p> <p>2. материальными и абстрактными;</p> <p>3. реальными;</p> <p>4. нереальными</p>
6.	Последовательная коррекция системы управления позволяет ..	<p>1. ввести в закон управления составляющие;</p> <p>2. скорректировать АЧХ системы;</p> <p>3. осуществить интегральные законы регулирования</p> <p>4. осуществить дифференциальные законы управления</p>
7.	Критерий Гурвица является:	<p>1. Необходимым и достаточным условием устойчивости.</p> <p>2. Только необходимым условием устойчивости.</p> <p>3. Только достаточным условием устойчивости.</p> <p>4. Условием неустойчивости системы</p>
8.	В системах с управлением по отклонению управляющее устройство решает задачу:	<p>1. Измерения возмущающего воздействия и выработки регулирующего воздействия для его компенсации;</p> <p>2. Измерения задающего воздействия и выработки на его основе регулирующего воздействия;</p> <p>3. Устранения отклонения управляемой величины от задающей;</p> <p>4. Измерения задающего и возмущающего</p>



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		воздействий и выработки с учетом этих измерений регулирующего воздействия.
9.	Какое из перечисленных ниже устройств не входит в функциональную схему линейной САУ:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерительное устройство.</li> <li>2. Усилительное устройство.</li> <li>3. Кодированное устройство</li> <li>4. Сравнительное устройство</li> </ol>
10.	В системах с управлением по возмущению управляющее устройство решает задачу:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерения возмущающего воздействия и выработки регулирующего воздействия для его компенсации;</li> <li>2. Измерения задающего воздействия и выработки на его основе регулирующего воздействия;</li> <li>3. Устранения отклонения управляемой величины от задающей;</li> <li>4. Измерения задающего и возмущающего воздействий и выработки с учетом этих измерений регулирующего воздействия</li> </ol>
11.	Вынужденное движение САУ – это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Движение, возникающее при наличии входного сигнала и определяемое полюсами изображения по Лапласу входного сигнала.</li> <li>2. Движение, определяемое наличием ненулевых начальных условий.</li> <li>3. Движение, возникающее при наличии входного сигнала и определяемое полюсами передаточной функции САУ.</li> <li>4. Движение, возникающее при одновременном наличии входного сигнала и ненулевых начальных условий и определяемое полюсами передаточной функции САУ</li> </ol>
12.	Замкнутая АСР с обратной связью реализует принцип регулирования:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. по возмущению</li> <li>2. по отклонению</li> <li>3. по заданию</li> <li>4. по значению выходной величины</li> </ol>
13.	Вещественная частотная характеристика - это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. зависимость действительной части комплексного коэффициента передачи от частоты</li> <li>2. зависимость мнимой части комплексного коэффициента передачи от частоты</li> <li>3. зависимость модуля комплексного коэффициента передачи от частоты</li> <li>4. зависимость модуля комплексного коэффициента от фазы</li> </ol>
14.	Система автоматической стабилизации - это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. система, предназначенная для автоматического поддержания с заданной точностью наперед заданного значения технологических параметров</li> <li>2. система, предназначенная для автоматического изменения с заданной точностью какого-либо технологического параметра по предварительно заданному</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		<p>закону</p> <p>3. система, предназначенная для автоматического воспроизведения с заданной точностью траектории изменения какого-либо технологического параметра, меняющегося по произвольному заранее неизвестному закону.</p> <p>4. система, предназначенная для автоматического изменения без определенной технологического параметра</p>
15.	<p>Какая из представленных характеристик называется логарифмическая?</p> 	<p>1.а 2.б 3.в 4.г</p>
16.	<p>Какая характеристика элемента приведена на графике</p> 	<p>1. амлитудно-фазовая 2. фазовая 3. частотная 4. амлитудно-частотная</p>
17.	<p>Самовыравнивание является...</p>	<p>1. результатом действия внутренней отрицательной обратной связи в объекте 2. результатом действия внутренней положительной обратной связи в объекте 3. результатом действия внешней обратной связи с объектом 4. результатом действия внешней обратной связи с объектом</p>
18.	<p>Участок цепи, по которому сигнал идет в противоположном направлении по отношению к системе в целом (то есть с выхода на вход) называется ... с передаточной функцией</p>	<p>1. цепью жесткого соединения 2. цепью прямой связи 3. цепью обратной связи 4. последовательным</p>
19.	<p>Цепочка последовательно соединенных звеньев преобразуется в эквивалентное звено с передаточной функцией, равной</p>	<p>1. сумме передаточных функций отдельных звеньев 2. делению передаточных функций отдельных звеньев 3. квадрату суммы передаточных функций отдельных звеньев 4. произведению передаточных функций отдельных звеньев</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
20.	Если выходная величина предшествующего звена подается на вход последующего звена, то это называется	1.последовательным соединением 2.параллельным соединением 3.перекрестным соединением 4.прерывистым соединением

### 6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Тяжев А.И. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: Учебник/ Тяжев А.И. Электрон. текстовые данные. Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=71889>

2. Решетняк Е.П. Системы управления химико-технологическими процессами: Учебное пособие/ Решетняк Е.П., Алейников А.К., Комиссаров А.В.-Электрон. текстовые данные.- Саратов: Саратовский военный институт биологической и химической безопасности, Вузовское образование, 2008. <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=8144>

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Беляев П.С. Системы управления технологическими процессами [Электронный ресурс]: Учебное пособие Беляев П.С., Букин А.А.- Электрон. текстовые данные.- Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=64575>

2. Веремей, Е.И. Линейные системы с обратной связью [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. -Санкт-Петербург : Лань, 2013. <https://e.lanbook.com/book/68465>

## **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека European: <http://www.europeana.eu/portal/>
2. Мировая цифровая библиотека: <http://www.wdl.org/ru/>
3. Свободная энциклопедия «Википедия»: <http://ru.wikipedia.org/>
4. Словари и энциклопедии на «Академике»: <http://dic.academic.ru/>
5. Электронная библиотека учебников: <http://student.net/>
6. Электронная библиотека IQlib: <http://www.iqlib.ru/>
7. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>
8. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий.**

Оснащенность: стол- 19 шт., стул-38 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000x1000 мм.

Компьютерная техника: интерактивный сенсорный LCD – экран iiyama ProLite PL8603U.

#### **Аудитории для проведения практических занятий.**

Оснащенность: стол- 8 шт., стул-16 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000x1000 мм.

Компьютерная техника: Моноблок Dell OptiPlex 7470 All-in-One CTO 23.8” FHD DDR4 16 ГБ – 16 шт.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт.,

набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

**8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 « На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2007 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46822807 от 22.12.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009)

4. MySQL Workbench v. 6.3.9 (лицензия свободная GNU GPL)

5. PHP 7.1.7 ( лицензия на свободное программное обеспечение, под которой выпущен язык программирования PHP, одобрена OSI)

6. Apache 2.4.27 (свободный кроссплатформенный Web-сервер, лицензия на свободное программное обеспечение Apache Software Foundation).

7. Python (свободное распространяемое ПО)