

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
доцент Ю.В. Ильюшин

Проректор по образовательной
деятельности
доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Уровень высшего образования: Бакалавриат

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль): Информационные технологии в управлении

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Составитель: доцент Кухарова Т.В.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Теория автоматического управления» разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «27.03.04 Управление в технических системах», утверждённого приказом Минобрнауки России №871 от 31 июля 2020 г.;

– на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «27.03.04 Управление в технических системах» направленность (профиль) «Информационные технологии в управлении».

Составитель _____ к.т.н., доцент Т.В. Кухарова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры системного анализа и управления от «05» февраля 2021 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., доц. Ю.В. Ильюшин

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

Цель дисциплины «Теория автоматического управления» — подготовка высококвалифицированного специалиста, глубоко знающего основы теории автоматического управления и умеющего выполнять исследовательские и расчетные работы по исследованию, синтезу и проектированию систем управления.

Основными задачами дисциплины «Теория автоматического управления» являются: формирование знаний и навыков применения методов анализа и синтеза линейных и нелинейных систем управления, приобретение навыков выполнения исследовательских и расчетных работ по созданию и внедрению в эксплуатацию автоматических систем с использованием средств современной вычислительной техники; обеспечение подготовки студентов к изучению в последующих семестрах ряда специальных дисциплин.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «27.03.04 Управление в технических системах» и изучается в 5, 6 и 7 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теория автоматического управления» являются «Математика», «Физика», «Информационные технологии в управлении техническими системами», «Численные методы», «Математические основы теории систем».

Дисциплина «Теория автоматического управления» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Алгоритмизация и управление техническими системами», «Автоматизированные информационно-управляющие системы», «Идентификация и диагностика систем управления», «Математическое моделирование систем с распределёнными параметрами», «Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами», «Моделирование систем управления», «Автоматизация и проектирование систем и средств управления».

Особенностью дисциплины является универсальность принципов управления, позволяющая применять их к объектам любой природы, направленность на формирование системного мышления и целостного видения явлений мира техники, природы и социальной среды.

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

Процесс изучения дисциплины «Теория автоматического управления» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматизации, измерительной и вычислительной техники при проек-	ОПК-7	ОПК-7.1. Владеть: навыками расчета систем автоматического управления
		ОПК-7.2. Владеть: навыками расчета схем автоматизации, управления, отдельных блоков и устройств систем и средств управления
		ОПК-7.3. Владеть: теоретическими и практическими навыками владения измерительной и вычислительной техникой при проектировании систем автоматизации и управления

тировании систем автоматизации и управления		
Способен выполнять наладку измерительных и управляющих средств и комплексов, осуществлять их регламентное обслуживание	ОПК-8	ОПК-8.1. Уметь: проводить проверку измерительных и управляющих средств и комплексов
		ОПК-8.2. Владеть: навыками регламентного обслуживания измерительных и управляющих средств
Способен использовать навыки анализа технологического оборудования, методы и средства технологического оснащения, средства измерения, приемы и методы работы с ними, применяемые при выполнении технологических процессов	ПКС -1	ПКС -1.1. Знать: методы проектирования средств автоматизации и механизации технологических операций
		ПКС -1.2. Знать: технические особенности систем и средств автоматизации, в том числе контрольно-измерительные приборы, инструменты и элементы технического оснащения, применяемые в организации
		ПКС -1.3. Уметь: проводить патентные исследования, анализировать передовой опыт в области автоматизации и механизации технологических процессов, давать рекомендации по совершенствованию существующих систем
		ПКС -1.4. Уметь: проектировать и анализировать технологические процессы механосборочного производства, применяемые в организации
Способен анализировать существующую структуру и методы оптимизации технологических и вспомогательных операций при проектировании устройств и систем автоматизации и управления	ПКС-2	ПКС-1.5. Владеть: навыками работы на компьютере, оснащенном специализированным программным обеспечением
		ПКС-2.3. Уметь: строить структурные схемы технологических процессов, проводить их расчет и оптимизацию
		ПКС-2.4. Владеть: навыками математического и компьютерного моделирования систем управления технологическими процессами

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 10 зачётных единицы, 360 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам		
		5	6	7
Аудиторная работа, в том числе:	185	68	85	32
Лекции (Л)	84	34	34	16
Практические занятия (ПЗ)	67	17	34	16
Лабораторные работы (ЛР)	34	17	17	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	103	13	68	22
Выполнение курсовой работы (проекта)	44	-	44	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-	-	-
Реферат	-	-	-	-
Подготовка к практическим занятиям	22	-	11	11

Подготовка к лабораторным занятиям	26	13	13	-
Подготовка к зачету / дифф. зачету	11	-	-	11
Промежуточная аттестация – экзамен (Э), зачет (З)	72	Э (36)	Э (36), КР	3
Общая трудоемкость дисциплины				
ак. час.	360	117	189	54
зач. ед.	10	3.25	5.25	1.5

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и 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, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1 «Общие сведения о системах и теории управления»	12	6	2	2	2
Раздел 2 «Теория линейных непрерывных систем управления»	69	28	15	15	11
Раздел 3 «Теория линейных дискретных систем управления»	66	14	10	8	34
Раздел 4 «Нелинейные системы управления»	87	20	24	9	34
Раздел 5 «Идентификация объектов управления»	54	16	16	-	22
Итого:	288	84	67	34	103

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1 «Общие сведения о системах и теории управления»	Понятие об управлении и системах управления. Поведение объектов и систем управления. Информация и принципы управления. Классификация систем управления. Задачи теории управления. Математические модели систем управления. Способы построения моделей. Особенности структурных моделей систем управления.	6
2	Раздел 2 «Теория линейных непрерывных систем управления»	Модели вход-выход. Построение временных характеристик. Построение частотных характеристик. Полнота характеристик. Системы дифференциальных уравнений. Построение моделей вход-выход по системе дифференциальных уравнений. Построение моделей вход-выход по уравнениям в форме пространства состояний. Модели систем управления с раскрытой причинно-следственной структурой. Преобразование форм представления моделей с раскрытой структурой. Характеристики систем с типовой структурой. Применение правил эквивалентных преобразований графов. Формула Мэсона. Построение модели в форме пространства состояний по дифференциальному уравнению n -го порядка. Типовые звенья. Задачи анализа. Анализ устойчивости. Критерии устойчивости. Устойчивость систем с типовой структурой. Инвариантность систем управления. Чувствительность систем управления. Показатели качества собственных движений систем управления. Показатели качества вынужденных процессов управления. Задачи синтеза систем управления. Стабилизация неустойчивых объектов. Синтез систем управления, инвариантных к возмущениям. Синтез следящих систем. Коррекция систем управления. Методики формирования желаемых передаточных функций. Вычисление передаточных функций корректирующих устройств. Параметрический синтез систем управления.	28
3	Раздел 3 «Теория линейных дискретных систем управления»	Общие сведения о дискретных системах автоматического управления. Модели линейных дискретных систем управления. Анализ импульсных систем автоматического управления. Синтез импульсных систем управления.	14
4	Раздел 4 «Нелинейные системы управления»	Необходимость в нелинейных моделях. Безынерционные нелинейные элементы. Нелинейные модели с раскрытой структурой. Расчетные формы нелинейных моделей. Равновесные режимы. Определение равновесных	20

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		режимов по дифференциальным уравнениям. Равновесные режимы в системах управления и катастрофы. Метод фазовой плоскости. Поведение нелинейных систем в окрестности положений равновесия. Построение фазовых портретов нелинейных систем. Устойчивость положений равновесия.	
5	Раздел 5 «Системы с распределенными параметрами»	Модели распределенных объектов. Частотный анализ динамических характеристик распределенных объектов. Понятие пространственно-инвариантных объектов. Достаточное условие устойчивости распределенных систем. Особенности применения критерия Найквиста к пространственно-инвариантным системам. Распределенные звенья и блоки. Распределенный высокоточный регулятор.	16
Итого:			84

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Построение графика переходного процесса разомкнутой системы	2
2	Раздел 2	Построение частотных характеристик линейных систем автоматического управления	2
3	Раздел 2	Уравнения в форме пространства состояний. Расчет надежности восстанавливаемых резервированных систем	2
4	Раздел 2	Структурный анализ систем автоматического управления	2
5	Раздел 2	Устойчивость непрерывных стационарных систем. Алгебраические критерии устойчивости	2
6	Раздел 2	Устойчивость непрерывных стационарных систем. Частотные критерии устойчивости	2
7	Раздел 2	Качество непрерывных стационарных систем	2
8	Раздел 2	Синтез регулятора методом размещения корней характеристического полинома. Операторный метод	3
9	Раздел 3	Определение передаточной функции дискретной системы матричным методом	2
10	Раздел 3	Определение передаточной функции дискретной системы с использованием z-преобразований	2
11	Раздел 3	Определение устойчивости импульсной системы критериями Шур-Кона и Михайлова-Найквиста	2
12	Раздел 3	Синтез линейных импульсных систем модальным методом	4
13	Раздел 4	Анализ устойчивости нелинейной системы прямым методом Ляпунова	4
14	Раздел 4	Анализ абсолютной устойчивости нелинейной системы частотным методом Попова	4
15	Раздел 4	Анализ автоколебаний нелинейной системы	4
16	Раздел 4	Моделирование и синтез типовых нелинейных звеньев	4

17	Раздел 4	Синтез оптимальных регуляторов для нелинейных объектов управления на основе использования притягивающих инвариантных многообразий	4
18	Раздел 4	Синтез управляющих систем на основе нечеткой логики	4
19	Раздел 5	Моделирование одномерного распределенного объекта	2
20	Раздел 5	Моделирование двумерного распределенного объекта	4
21	Раздел 5	Формирование распределенного входного воздействия на объект с учетом граничных условий	2
22	Раздел 5	Моделирование трехмерного многослойного распределенного объекта	4
23	Раздел 5	Синтез распределенной системы управления с пространственно-усилительным звеном	4
Итого:			67

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Использование цифровых средств при исследовании систем автоматического управления	2
2	Раздел 2	Динамические характеристики типовых звеньев	2
3	Раздел 2	Экспериментальное определение частотных характеристик линейного объекта	2
4	Раздел 2	Исследование устойчивости линейной автоматической системы	2
5	Раздел 2	Исследование качества переходных процессов линейной автоматической системы	2
6	Раздел 2	Исследование точности линейных автоматических систем	2
7	Раздел 2	Синтез корректирующих устройств по методу ЛАЧХ	2
8	Раздел 2	Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов	3
9	Раздел 3	Построение и исследование математических моделей линейных импульсных систем	4
10	Раздел 3	Исследование устойчивости и качества линейных импульсных систем	4
11	Раздел 4	Построение фазовых траекторий	2
12	Раздел 4	Анализ стационарных состояний нелинейной динамической системы. Фазовый портрет системы	2
13	Раздел 4	Исследование системы на абсолютную устойчивость	2
14	Раздел 4	Аппроксимация функций с помощью нейронных сетей	3
Итого:			34

4.2.5. Курсовые работы

№ п/п	Темы курсовых работ
1	Синтез системы автоматического управления линейным стационарным объектом (по вариантам)

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 зачета и 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.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

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. Общие сведения о системах и теории управления

1. Чем автоматическое управление отличается от механизированного и автоматизированного?
2. Из каких элементов состоит САУ?
3. Приведите примеры объектов управления.
4. Назовите основные свойства поведения объектов и систем управления.
5. Разомкнутые системы управления.
6. Системы с компенсацией возмущений.
7. Системы управления с обратной связью.
8. Системы с компенсацией параметрических возмущений.
9. Адаптивное управление.
10. Классификация систем управления по типу сигналов.
11. Классификация систем автоматического управления по типу алгоритма.
12. Классификация систем управления по энергетическому признаку.
13. Задачи теории управления.
14. Операторы преобразования переменных
15. Классы моделей.
16. Аналитический и экспериментальный способы построения моделей систем управления.

Раздел 2. Теория линейных непрерывных систем управления

1. Модели вход-выход. Основные формы представления конечномерных линейных непрерывных стационарных детерминированных операторов преобразования входных переменных в выходные.

2. Построение временных характеристик.
3. Построение частотных характеристик.
4. Полнота характеристик.
5. Системы дифференциальных уравнений.
6. Построение моделей вход-выход по системе дифференциальных уравнений.
7. Построение моделей вход-выход по уравнениям в форме пространства состояний.
8. Модели систем управления с раскрытой причинно-следственной структурой.
9. Преобразование форм представления моделей с раскрытой структурой.
10. Характеристики систем с типовой структурой.
11. Применение правил эквивалентных преобразований графов.
12. Формула Мэсона.
13. Построение модели в форме пространства состояний по дифференциальному уравнению n -го порядка.
14. Типовые звенья.
15. Задачи анализа.
16. Анализ устойчивости.
17. Критерии устойчивости.
18. Устойчивость систем с типовой структурой.
19. Инвариантность систем управления.
20. Чувствительность систем управления.
21. Показатели качества собственных движений систем управления.
22. Показатели качества вынужденных процессов управления.
23. Задачи синтеза систем управления.
24. Стабилизация неустойчивых объектов.
25. Синтез систем управления, инвариантных к возмущениям.
26. Синтез следящих систем.
27. Коррекция систем управления.
28. Методики формирования желаемых передаточных функций.
29. Вычисление передаточных функций корректирующих устройств.
30. Параметрический синтез систем управления.

Раздел 3. Теория линейных дискретных систем управления

1. Классификация дискретных систем по виду квантования.
2. Понятие об импульсных системах автоматического управления.
3. Обобщенные структурные схемы импульсных автоматических систем.
4. Модели линейных дискретных систем управления.
5. Решетчатые функции и разностные уравнения.
6. Математическое описание идеального импульсного элемента.
7. Уравнения и импульсная передаточная функция разомкнутой импульсной системы.
8. Частотные характеристики импульсных систем.
9. Анализ импульсных систем автоматического управления.
10. Синтез импульсных систем управления.

Раздел 4. Нелинейные системы управления

1. Необходимость в нелинейных моделях.
2. Безынерционные нелинейные элементы.
3. Динамические нелинейные элементы.
4. Нейронные сети как многомерные нелинейные элементы.
5. Нелинейные модели с раскрытой структурой.
6. Расчетные формы нелинейных моделей.
7. Равновесные режимы.
8. Определение равновесных режимов по дифференциальным уравнениям.

9. Равновесные режимы в системах управления и катастрофы.
10. Метод фазовой плоскости.
11. Поведение нелинейных систем в окрестности положений равновесия.
12. Построение фазовых портретов нелинейных систем.
13. Устойчивость положений равновесия.

Раздел 5. Системы с распределенными параметрами

1. Модели распределенных объектов.
2. Описание распределенных объектов дифференциальными уравнениями.
3. Описание распределенных объектов на основе импульсных переходных функций.
4. Модальное представление распределенных объектов.
5. Частотный анализ динамических характеристик распределенных объектов.
6. Понятие пространственно-инвариантных объектов.
7. Достаточное условие устойчивости распределенных систем.
8. Особенности применения критерия Найквиста к пространственно-инвариантным системам.
9. Распределенные звенья и блоки.
10. Распределенный высокоточный регулятор.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета, экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету/экзамену (по дисциплине):

1. Разомкнутые системы управления.
2. Системы с компенсацией возмущений.
3. Системы управления с обратной связью.
4. Системы с компенсацией параметрических возмущений.
5. Адаптивное управление.
6. Классификация систем управления по типу сигналов.
7. Классификация систем автоматического управления по типу алгоритма.
8. Классификация систем управления по энергетическому признаку.
9. Задачи теории управления.
10. Операторы преобразования переменных
11. Классы моделей.
12. Аналитический и экспериментальный способы построения моделей систем управления.
13. Модели вход-выход. Основные формы представления конечномерных линейных непрерывных стационарных детерминированных операторов преобразования входных переменных в выходные.
14. Построение временных характеристик.
15. Построение частотных характеристик.
16. Полнота характеристик.
17. Системы дифференциальных уравнений.
18. Построение моделей вход-выход по системе дифференциальных уравнений.
19. Построение моделей вход-выход по уравнениям в форме пространства состояний.
20. Модели систем управления с раскрытой причинно-следственной структурой.
21. Преобразование форм представления моделей с раскрытой структурой.
22. Характеристики систем с типовой структурой.
23. Применение правил эквивалентных преобразований графов.
24. Формула Мэзона.
25. Построение модели в форме пространства состояний по дифференциальному уравнению n -го порядка.
26. Типовые звенья.
27. Задачи анализа.
28. Анализ устойчивости.

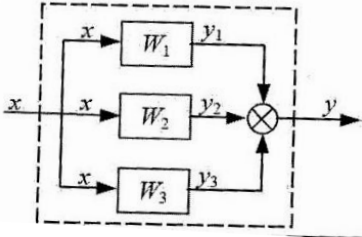
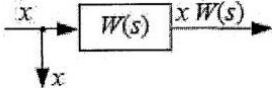
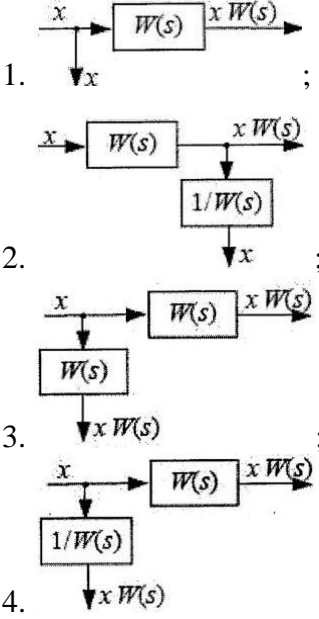
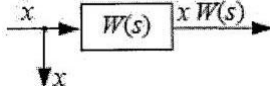
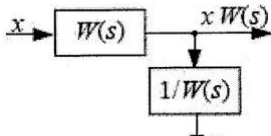
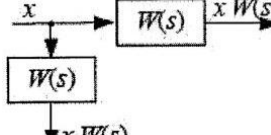
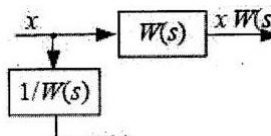
29. Критерии устойчивости.
30. Устойчивость систем с типовой структурой.
31. Инвариантность систем управления.
32. Чувствительность систем управления.
33. Показатели качества собственных движений систем управления.
34. Показатели качества вынужденных процессов управления.
35. Задачи синтеза систем управления.
36. Стабилизация неустойчивых объектов.
37. Синтез систем управления, инвариантных к возмущениям.
38. Синтез следящих систем.
39. Коррекция систем управления.
40. Методики формирования желаемых передаточных функций.
41. Вычисление передаточных функций корректирующих устройств.
42. Параметрический синтез систем управления.
43. Классификация дискретных систем по виду квантования.
44. Понятие об импульсных системах автоматического управления.
45. Обобщенные структурные схемы импульсных автоматических систем.
46. Модели линейных дискретных систем управления.
47. Решетчатые функции и разностные уравнения.
48. Математическое описание идеального импульсного элемента.
49. Уравнения и импульсная передаточная функция разомкнутой импульсной системы.
50. Частотные характеристики импульсных систем.
51. Анализ импульсных систем автоматического управления.
52. Синтез импульсных систем управления.
53. Необходимость в нелинейных моделях.
54. Безынерционные нелинейные элементы.
55. Динамические нелинейные элементы.
56. Нейронные сети как многомерные нелинейные элементы.
57. Нелинейные модели с раскрытой структурой.
58. Расчетные формы нелинейных моделей.
59. Равновесные режимы.
60. Определение равновесных режимов по дифференциальным уравнениям.
61. Равновесные режимы в системах управления и катастрофы.
62. Метод фазовой плоскости.
63. Поведение нелинейных систем в окрестности положений равновесия.
64. Построение фазовых портретов нелинейных систем.
65. Устойчивость положений равновесия.
66. Модели распределенных объектов.
67. Описание распределенных объектов дифференциальными уравнениями.
68. Описание распределенных объектов на основе импульсных переходных функций.
69. Модальное представление распределенных объектов.
70. Частотный анализ динамических характеристик распределенных объектов.
71. Понятие пространственно-инвариантных объектов.
72. Достаточное условие устойчивости распределенных систем.
73. Особенности применения критерия Найквиста к пространственно-инвариантным системам.
74. Пространственно-усилительное звено.
75. Идеальное пространственно-дифференцирующее звено
76. Пространственно-форсирующее звено.
77. Идеальное пространственно-интегрирующее звено.
78. Пространственно-изодромное звено.
79. Пространственно-усилительное звено, включенное в обратную связь.
80. Техническая реализация распределенных звеньев.

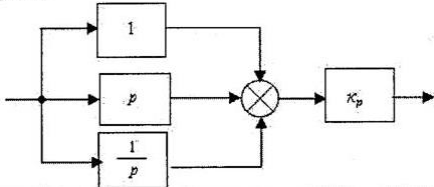
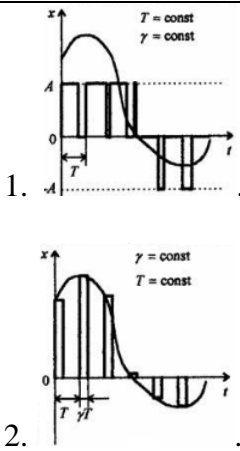
81. Распределенный высокоточный регулятор.
82. Распределенные блоки.
83. Распределенный регулятор прямого действия.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант №1

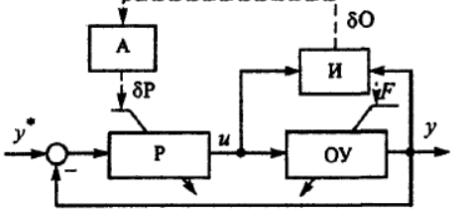
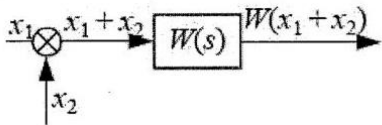
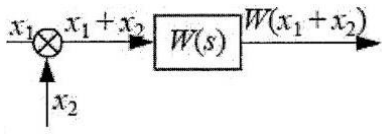
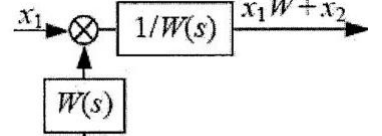
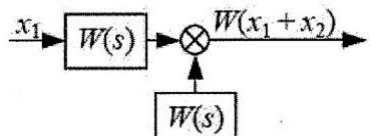
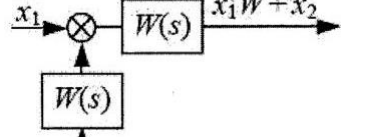
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Если параметры оператора преобразования переменных представляются как случайные величины и задаются их вероятностными характеристиками, то оператор является	1. стационарным; 2. нестационарным; 3. детерминированным; 4. стохастическим.
2.	Каким функциональным элементом системы управления курсом судна является привод руля?	1. Измерительным элементом; 2. Исполнительным механизмом; 3. Управляющим устройством; 4. Объектом управления.
3.	Какой принцип управления продемонстрирован на рисунке? 	1. Принцип адаптивного управления; 2. Принцип компенсации возмущения; 3. Принцип разомкнутого управления; 4. Принцип обратной связи.
4.	Для упрощения графа используется правило	1. Мейсона; 2. Лапласа; 3. Михайлова; 4. Найквиста.
5.	При каком условии звено $a_0 y'' + a_1 y' + y = kx$ является консервативным звеном?	1. Показатель затухания $\xi = 0$; 2. Показатель затухания $\xi \geq 0$; 3. Оба корня квадратного уравнения действительны; 4. Показатель затухания $0 < \xi < 1$.
6.	Какая система называется астатической	1. система компенсации; 2. точная замкнутая система без статической ошибки; 3. неточная система со статической ошибкой; 4. нейтральная система.
7.	Системой автоматизированного управления называется система	1. осуществляющая основной процесс без участия человека; 2. выполняющая функции контроля объектов управления; 3. в которой функции управления делятся между машиной и человеком; 4. осуществляющая управление наилучшим образом.
8.	Система, имеющая главную обратную связь, называется	1. оптимальной; 2. следящей; 3. программной; 4. замкнутой.

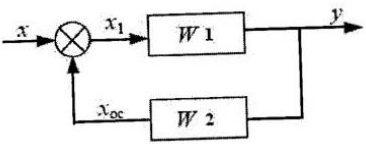
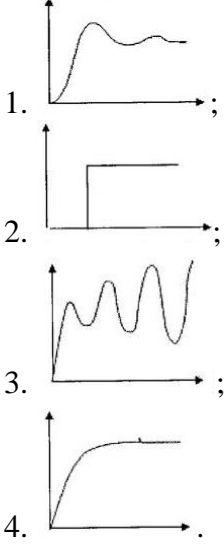
9.	В следящих системах основной является задача наиболее точного воспроизведения	<ol style="list-style-type: none"> 1. управляющих воздействий, изменяющихся по заданному закону; 2. возмущающих воздействий, изменяющихся по заданному закону; 3. возмущающихся воздействий, изменяющихся по произвольному закону; 4. управляющих воздействий, изменяющихся по произвольному закону.
10.	Автоматическая система, в которой одновременно используются два принципа управления: принцип управления "по возмущению" и принцип управления "по отклонению" называются	<ol style="list-style-type: none"> 1. многосвязной; 2. комбинированной; 3. каскадной; 4. системой подчиненного регулирования.
11.	Какая передаточная функция соответствует заданной схеме 	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W(p) = W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p)$; 2. $W(p) = W_1(p) + W_2(p) + W_3(p)$; 3. $W_3(p) = \frac{W_1}{1 \pm W_1 W_2 W_3}$; 4. $W(p) = (W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p)) * x$.
12.	Как будет выглядеть исходная схема после переноса узла через звено по направлению сигнал 	 <ol style="list-style-type: none"> 1.  ; 2.  ; 3.  ; 4.  .
13.	Функция $\varphi(\omega)$ равна	<ol style="list-style-type: none"> 1. отношению фаз выходной и входной гармонических величин; 2. разности фаз выходной и входной гармонических величин; 3. отношению амплитуд выходной и входной гармонических величин; 4. сумме фаз выходной и входной гармонических величин.
14.	Звено с передаточной функцией $W(s) = \frac{K}{Ts+1}$ называется	<ol style="list-style-type: none"> 1. дифференцирующим; 2. аperiodическим первого порядка; 3. усилительным; 4. интегрирующим.

15.	Что является исходным для расчета замкнутой АСР на устойчивость по Найквисту	<ol style="list-style-type: none"> 1. характеристическое уравнение разомкнутой АСР; 2. характеристическое уравнение замкнутой АСР; 3. АФХ разомкнутой АСР; 4. АФХ замкнутой АСР.
16.	Структурная схема какого регулятора представлена на рисунке 	<ol style="list-style-type: none"> 1. П; 2. ПИ; 3. ПИД; 4. И.
17.	Сколько параметров настройки имеет ПИ-регулятор	<ol style="list-style-type: none"> 1.1; 2.2; 3.3; 4.4.
18.	Как называется звено, ЛАЧХ которого представляет собой одиночную асимптоту с наклоном +20 дБ/дек?	<ol style="list-style-type: none"> 1. консервативное; 2. интегрирующее; 3. пропорциональное; 4. дифференцирующее.
19.	Метод гармонической линеаризации используется	<ol style="list-style-type: none"> 1. всегда. 2. когда линейная часть является низкочастотным фильтром. 3. когда линейная часть является высокочастотным фильтром. 4. когда линейная часть является среднечастотным фильтром.
20.	Какой из графиков соответствует широтно-импульсной модуляции	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3. все вышеперечисленные. 4. ни один из вышеперечисленных.

Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Если оператор обладает свойствами однородности и аддитивности, то оператор является	<ol style="list-style-type: none"> 1. стационарным; 2. сосредоточенным; 3. линейным; 4. детерминированным.

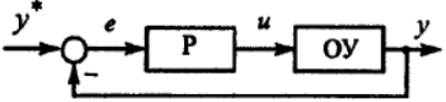
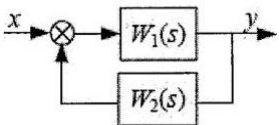
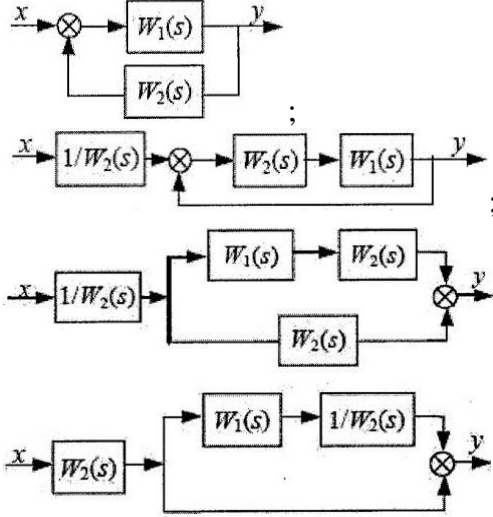
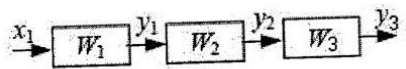
2.	<p>Какой принцип управления продемонстрирован на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принцип адаптивного управления; 2. Принцип компенсации возмущения; 3. Принцип компенсации параметрических возмущений; 4. Принцип разомкнутого управления.
3.	<p>При каком условии звено $a_0y'' + a_1y' + y = kx$ является аperiodическим звеном второго порядка?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Показатель затухания $\xi \geq 1$; 2. Оба корня квадратного уравнения действительны; 3. Показатель затухания $\xi = 0$; 4. Показатель затухания $\xi = \infty$.
4.	<p>Звено с передаточной функцией $W(s) = \frac{k}{T^2s^2 + 2\xi Ts + 1}$ называется</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. интегрирующим; 2. дифференцирующим; 3. усилительным; 4. колебательным.
5.	<p>Функция $A(\omega)$ равна</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. разности фаз выходной и входной гармонических величин; 2. отношению фаз выходной и входной гармонических величин; 3. сумме фаз выходной и входной гармонических величин; 4. отношению амплитуд выходной и входной гармонических величин.
6.	<p>Как будет выглядеть исходная схема после переноса сумматора по направлению прохождения сигнала</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1.  2.  3.  4. 

7.	<p>Какая передаточная функция соответствует заданной схеме</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W(p) = W_1(p) \cdot W_2(p)$; 2. $W_3(p) = \frac{W_1}{1+W_1W_2}$; 3. $W(p) = W_1(p) + W_2(p)$; 4. $W_3(p) = \frac{W_1}{1-W_1W_2}$.
8.	<p>Система, задающее воздействие которой не изменяется во времени, называется</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. стабилизирующей; 2. следящей; 3. оптимальной; 4. адаптивной.
9.	<p>Какой критерий позволяет судить об устойчивости замкнутой АСР по частотной характеристике разомкнутой АСР, полученной экспериментально</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. критерий Гурвица; 2. критерий Стодолы; 3. критерий Найквиста; 4. критерий Михайлова.
10.	<p>Какие корни должно иметь характеристическое уравнение замкнутой системы, чтобы система была на колебательной границе устойчивости, т.е. в АСР установились незатухающие гармонические колебания</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. пара чисто мнимых корней; 2. положительные комплексные корни; 3. отрицательные вещественные корни; 4. нулевые корни.
11.	<p>Какой из представленных на рисунках переходных процессов относится к неустойчивой системе</p>	 <ol style="list-style-type: none"> 1. ; 2. ; 3. ; 4. .
12.	<p>Критерий устойчивости Гурвица является...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. корневым; 2. интегральным; 3. частотным; 4. алгебраическим.
13.	<p>Какой регулятор имеет передаточную функцию $W(p) = k_p(1 + \frac{1}{T_n p})$</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. П; 2. ПИ; 3. ПД; 4. ПИД.
14.	<p>Какой математической операцией заменяется дифференцирование в ПД - регуляторе при формировании его цифрового аналога</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. умножением; 2. делением; 3. суммированием; 4. первой разностью.
15.	<p>Если все корни характеристического уравнения является левыми, то объект:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. квазиустойчив; 2. неустойчив; 3. находится на колебательной границе устойчивости; 4. устойчив.

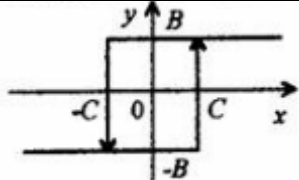
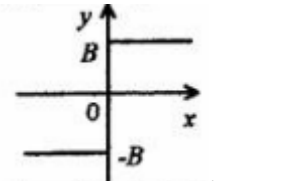
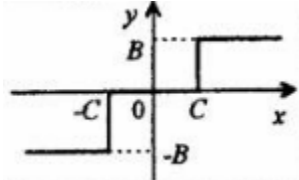
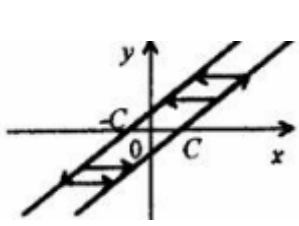
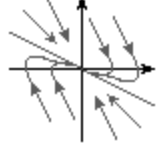
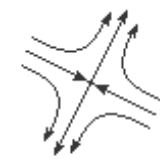
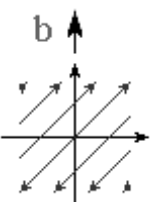
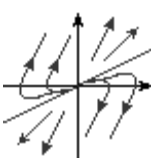
16.	Величина t_p – это: 	<ol style="list-style-type: none"> 1. время максимума переходного процесса; 2. время регулирования; 3. установившееся значение выходной величины; 4. величина входного воздействия.
17.	Как называется процедура замены нелинейной модели САУ некоторой приближенной линейной моделью?	<ol style="list-style-type: none"> 1. структуризация; 2. линеаризация; 3. интеграция; 4. рандомизация.
18.	Как называется реакция на единичное импульсное воздействие	<ol style="list-style-type: none"> 1. статическая характеристика; 2. переходная функция; 3. передаточная функция; 4. весовая функция.
19.	Для разности первого порядка справедливо выражение	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\Delta x(k) = x(k) - x(k - 1)$ 2. $\Delta x(k) = x(k) - x(k - 2)$ 3. $\Delta x(k) = x(k) - x(k + 1)$ 4. $\Delta x(k) = x(k - 2) - x(k - 1)$
20.	Какая из ниже приведенных нелинейностей является функцией «Зона насыщения»	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3. 4.

Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Если на систему не действуют внешние силы, в том числе параметрического типа, то систему называют	<ol style="list-style-type: none"> 1. линейной; 2. автономной; 3. однородной; 4. системой прямого действия.

2.	<p>Какой принцип управления продемонстрирован на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принцип компенсации возмущения; 2. Принцип разомкнутого управления; 3. Принцип обратной связи; 4. Принцип адаптивного управления.
3.	<p>Звено с передаточной функцией $W(s) = Ks$ называется</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. интегрирующим; 2. усилительным; 3. дифференцирующим; 4. апериодическим первого порядка.
4.	<p>Звено, реакция которого на скачок является экспоненциальной функцией, называется</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. усилительным; 2. астатическим; 3. апериодическим первого порядка; 4. апериодическим второго порядка.
5.	<p>Минимально-фазовым называется звено</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. все нули и полюса которого правые; 2. все нули которого левые; 3. все полюса которого левые; 4. все нули и полюса которого левые.
6.	<p>Единицы измерения функции $L(\omega)$. По оси ординат это</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. децибелы; 2. декады; 3. октавы; 4. секунды.
7.	<p>Как называется реакция на гармоническое воздействие в установившемся режиме?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. логарифмическая функция; 2. переходная функция; 3. передаточная функция; 4. частотная функция.
8.	<p>Передаточная функция параллельно соединенных звеньев равна</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. произведению функций звеньев; 2. сумме функций звеньев; 3. разности функций звеньев; 4. частному функций звеньев.
9.	<p>Как будет выглядеть исходная схема после вынесения элемента из обратной связи</p> 	 <ol style="list-style-type: none"> 1. ; 2. ; 3. ; 4. .
10.	<p>Какая передаточная функция соответствует заданной схеме</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W(p) = W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p)$; 2. $W(p) = W_1(p) + W_2(p) + W_3(p)$; 3. $W_3(p) = \frac{W_1}{1 \pm W_1 W_2 W_3}$; 4. $W(p) = (W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p)) * x$.

11.	Как называется звено, выходная величина которого в каждый момент времени пропорциональна входной величине?	<ol style="list-style-type: none"> 1. дифференцирующим; 2. астатическим; 3. апериодическим первого порядка; 4. усилительным.
12.	Что представляет собой АФЧХ интегрирующего звена?	<ol style="list-style-type: none"> 1. многоугольник; 2. эллипс; 3. точку; 4. прямую линию.
13.	Кривая Михайлова строится	<ol style="list-style-type: none"> 1. по характеристическому уравнению системы; 2. по комплексному коэффициенту передачи системы; 3. по передаточной функции системы; 4. по нулям и полюсам передаточной функции.
14.	Главное достоинство ПИ - регулятора	<ol style="list-style-type: none"> 1. устойчивость; 2. большой запас устойчивости; 3. высокая статическая точность; 4. высокое быстродействие.
15.	<p>Данное выражение предназначено для вычисления</p> $\sigma = \frac{h_+ - h_\infty}{h_\infty}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. величины перерегулирования переходной функции; 2. частоты колебаний переходной функции; 3. установившейся ошибки переходной функции; 5. число колебаний переходной функции.
16.	АФЧХ безинерционного звена представляет собой	<ol style="list-style-type: none"> 1. эллипс. 2. круг. 3. линию. 4. точку.
17.	Какие типовые воздействия используются при изучении динамики элементов систем	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гармонические, гиперболические, линейно-возрастающее, типа дельта-функции; 2. Гармонические, параболические, линейно-возрастающее, типа дельта-функции; 3. Гармонические, ступенчатые, линейно-возрастающее, типа дельта-функции; 4. Гармонические, гиперболические, произвольные.
18.	Чем определяется точность системы в установившемся режиме?	<ol style="list-style-type: none"> 1. длительностью отклонения от заданного значения; 2. величиной отклонения от заданного значения; 3. устойчивостью системы; 4. колебательностью системы.

19.	Какая из ниже приведенных нелинейностей является функцией «люфт»	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p>
20.	Какой фазовый портрет соответствует устойчивому фокусу?	<p>1. </p> <p>2.  $-\alpha_1; +\alpha_2$</p> <p>3. </p> <p>4. </p>

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«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 объёме 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

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

6.3.4. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Сеславин, А. И. Теория автоматического управления. Линейные, непрерывные системы : учебник / А.И. Сеславин. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 314 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1014654. - ISBN 978-5-16-015022-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1014654> (дата обращения: 02.09.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Ившин, В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами : учебник / В.П. Ившин, М.Ю. Перухин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 407 с. : ил. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Специалитет). — DOI 10.12737/1216659. - ISBN 978-5-16-016698-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1216659> (дата обращения: 02.09.2021). – Режим доступа: по подписке.

3. Чепчуров, М. С. Автоматизация производственных процессов : учебное пособие / М.С. Чепчуров, Б.С. Четвериков. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 274 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/text-book_5bf2838b23e9f5.83215632. - ISBN 978-5-16-014256-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1183480> (дата обращения: 02.09.2021). – Режим доступа: по подписке.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Емельянов, С. Г. Автоматизированные нечетко-логические системы управления : монография / С.Г. Емельянов, В.С. Титов, М.В. Бобырь. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 175 с. — (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-009759-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1167848> (дата обращения: 02.09.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Жежера, Н. И. Проектирование цифровых систем автоматического управления на основе теории z-преобразований : учебное пособие / Н. И. Жежера. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 244 с. - ISBN 978-5-9729-0549-2. - Текст : электронный. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/1831996> (дата обращения: 02.09.2021). – Режим доступа: по подписке.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Новожилов И.М. Учебно-методические разработки для проведения лабораторных работ по учебной дисциплине «Теория автоматического управления». Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>.

2. Новожилов И.М. Учебно-методические материалы для проведения практических занятий по учебной дисциплине «Теория автоматического управления». Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>.

3. Новожилов И.М. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы по учебной дисциплине «Теория автоматического управления». Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>.

4. Новожилов И.М. Учебно-методические материалы для проведения самостоятельной работы по учебной дисциплине «Теория автоматического управления». Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>.

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

1. Сайт Российской государственной библиотеки: <http://www.rsl.ru>.

2. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России: <http://www.gpntb.ru>.

3. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>.

4. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru>.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

1. Аудитория для проведения лекционных, практических занятий и лабораторных работ
Оснащенность помещения: 16 посадочных мест. Стол аудиторный – 10 шт., компьютерное кресло – 23 шт., моноблок – 17 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), доска аудиторная под фло-мастер – 1 шт., лазерный принтер – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, GPSS World (свободно распространяемое ПО), Arduino Software (IDE) (свободно распространяемое ПО), Microsoft SQL Server Express (свободно распространяемое ПО).

2. Аудитория для проведения лекционных, практических занятий и лабораторных работ
Оснащенность помещения: 16 посадочных мест. Стол аудиторный – 9 шт., компьютерное кресло – 17 шт., моноблок – 17 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), лазерный принтер – 1 шт., доска – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009 (обслуживание до 2020 года) MathCad Education (Договор №1134-11/12 от 28.11.2012), GPSS World (свободно распространяемое ПО), Arduino Software (IDE) (свободно распространяемое ПО), Microsoft SQL Server Express (свободно распространяемое ПО).

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.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку ком-

пьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

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.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200. Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011. Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

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.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011. Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010. CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения». Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1. Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

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.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

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.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стуля – 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.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

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 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).

4. MathCad Education, Договор №1134-11/12 от 28.11.2012 "На поставку программного обеспечения".