

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 Бажин В.Ю.

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Направленность (профиль):	Автоматизация технологических процессов и производств в горной промышленности
Квалификация выпускника:	бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. Мансурова О.К. асс. Лебедик Е.А.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Теория автоматического управления» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом Минобрнауки России № 730 от 09.08.2021 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Автоматизация технологических процессов и производств в горной промышленности».

Составитель _____ к.т.н., доцент Мансурова О.К.
_____ к.т.н., асс. Лебедик Е.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизации технологических процессов и производств от 31.08.2021 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой АТПП _____ д.т.н. Бажин В.Ю.

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Теория автоматического управления» – формирование у студентов знания и понимания основ современных методов проектирования систем автоматизации и управления различными производственными структурами и объектами в режиме реального времени; формирование у студентов практических навыков по построению проектов автоматических систем управления локальными и распределенными объектами на программном уровне с использованием объектно-ориентированного подхода.

Основными задачами дисциплины «Теория автоматического управления» (ТАУ) являются формирование знаний и умений, необходимых бакалаврам в трудовой деятельности:

- освоение студентами принципов проектирования систем автоматического управления (САУ) и автоматизированного управления;
- применение методов построения систем автоматического и автоматизированного управления применительно к конкретным условиям функционирования объектов;
- овладение алгоритмами анализа и синтеза свойств систем автоматического управления, обеспечивающих требуемые качественные показатели систем при эксплуатации автоматизированного оборудования в горной промышленности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Автоматизация технологических процессов и производств в горной промышленности» и изучается в 3-6 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теория автоматического управления», являются: «Физика», «Математика», «Основы электропривода».

Дисциплина «Теория автоматического управления» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Средства автоматизации и управления», «Диагностика и надежность автоматизированных систем», «Автоматизация технологических процессов на горных предприятиях», «Проектирование автоматизированных систем».

Особенностью дисциплины является возможность изучения фундаментальных понятий для широкого спектра интегрированных систем программного, позиционного, оптимального и адаптивного управления параметрами технологических процессов, которые определяют устойчивое функционирование предприятий минерально-сырьевого комплекса.

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 решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе	ОПК-6	ОПК-6.2. Владеть способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств

<p>информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий</p>		
<p>Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств</p>	<p>ОПК-13</p>	<p>ОПК-13.1. Знать стандартные методы расчетов при проектировании систем автоматизации; алгоритмы и методы анализа статических и динамических свойств систем и объектов управления ОПК-13.2. Уметь применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации ОПК-13.3. Владеть алгоритмами и методами анализа статических и динамических свойств систем и объектов управления</p>
<p>Способен разрабатывать отдельные разделы проекта автоматизированной системы управления технологическим процессом</p>	<p>ПКС-3</p>	<p>ПКС-3.3. Знает свойства и показатели автоматизированных систем управления технологическими процессами, основные методы оценки качества регулирования, методы оценки устойчивости проектируемой системы управления ПКС-3.8. Владеет навыками расчета показателей качества систем управления и оценки устойчивости их работы ПКС-3.9. Владеет навыками выбора законов регулирования, настройки контуров управления автоматизированных систем</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 11 зачётных единиц, 396 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам			
		3	4	5	6
Аудиторная работа, в том числе:	187	51	51	51	34
Лекции (Л)	68	17	17	17	17
Практические занятия (ПЗ)	51	17	17	17	-
Лабораторные работы (ЛР)	68	17	17	17	17
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	137	21	39	39	38
Подготовка к лекциям	12	-	4	4	4
Подготовка к лабораторным работам	29	7	8	8	6
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	24	8	8	8	-
Подготовка к зачету	12	6	-	6	-
Выполнение курсовой работы	20	-	-	-	20
Работа в библиотеке	40	-	19	13	8
Промежуточная аттестация – зачет (З), экзамен (Э), курсовая работа (КР)	З, Э(36), З, Э(36), КР	3	Э(36)	3	Э(36), КР
Общая трудоёмкость дисциплины					
ак. час.	396	72	126	90	108
зач. ед.	11	2	3,5	2,5	3

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
Раздел 1 «Основные понятия. Математические методы ТАУ»	32	7	9	9	7
Раздел 2 «Анализ САУ»	40	10	8	8	14
Раздел 3 «Анализ качества САУ»	50	12	9	9	20
Раздел 4 «Коррекция динамических свойств САУ»	40	5	8	8	19
Раздел 5 «Синтез линейных САУ»	48	14	9	9	16

Раздел 6 «Нелинейные САУ и их особенности»	42	3	8	8	23
Раздел 7 «Анализ дискретных систем»	46	10	-	12	24
Раздел 8 «Синтез дискретных систем»	26	7	-	5	14
Итого:	324	68	51	68	137

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Основные понятия. Математические методы ТАУ	Обобщенная функциональная схема системы автоматического управления, основные элементы, их функциональное назначение. Математические модели, характеристики элементов и систем управления. Понятие передаточной функций и ее связь с уравнениями описания систем. Структурные преобразования. Уравнение «вход-состояние-выход» для линейных систем с постоянными коэффициентами.	7
2	Анализ САУ	Типовые динамические звенья. Временные и частотные характеристики. Логарифмические амплитудно-фазочастотные характеристики элементов САУ. Анализ устойчивости непрерывных систем автоматического управления. Виды устойчивости непрерывных динамических систем. Корневые условия устойчивости линейных систем. Алгебраические и частотные критерии устойчивости.	10
3	Анализ качества САУ	Анализ качества процессов управления. Основные методы оценки качества линейных непрерывных САУ. Понятие критерия качества. Требования, предъявляемые к критерию качества. Вычисление установившихся ошибок при типовых внешних воздействиях.	12
4	Коррекция динамических свойств САУ	Методы повышения качества линейных непрерывных САУ. Комбинированное управление. Последовательная и параллельная коррекция динамических свойств САУ. Виды обратных связей и их влияние на динамические свойства САУ.	5
5	Синтез линейных САУ	Последовательное включение типовых стандартных регуляторов. Синтез типовых законов управления. Синтез параметров регуляторов для статических промышленных объектов управления. Синтез параметров регуляторов для астатических промышленных объектов управления. Синтез параметров регуляторов системы каскадного регулирования. Синтез регуляторов с использованием частотных методов. Синтез регуляторов методом модального управления.	14

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
6	Нелинейные САУ и их особенности	Определение нелинейных систем. Математические модели нелинейных систем. Особенности динамики нелинейных систем. Методы анализа нелинейных САУ.	3
7	Анализ дискретных систем	Понятие дискретных систем. Математическое описание дискретных статических элементов. Виды квантования в дискретных системах. Математические модели дискретных систем. Понятие разностных уравнений. Устойчивость дискретных систем. Передаточные функции дискретных объектов.	10
8	Синтез дискретных систем	Замкнутые импульсные системы. Оценка точности дискретной системы. Выбор периода квантования. Влияние периода квантования на точность и динамические свойства дискретной системы. Оптимальность по быстродействию линейной дискретной системы n-го порядка. Цифровые регуляторы. Синтез цифровых регуляторов.	7
Итого:			68

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Связь между дифференциальными уравнениями и передаточными функциями на примере регулирующих органов, исполнительных механизмов, объектов управления	4
2	Раздел 1	Связь передаточной матрицы с уравнениями «вход-состояние-выход» для систем со многими входами и выходами	4
3	Раздел 2	Логарифмические амплитудно-фазочастотные характеристики линейных элементов и систем	4
4	Раздел 2	Определение устойчивости, запасов по амплитуде и фазе замкнутой системы	5
5	Раздел 3	Оценка качества функционирования САУ ленточного конвейера. Получение математической модели, структурной схемы САУ. Сравнение результатов моделирования с расчетными.	5
6	Раздел 3	Оценка качества функционирования статической системы на примере САУ давлением при типовых внешних воздействиях	4
7	Раздел 4	САУ манипулятором с комбинированным управлением	4
8	Раздел 4	Анализ динамических свойств САУ шахтного подъема	4
9	Раздел 5	Определение настроечных параметров стандартных регуляторов корневым методом	4
10	Раздел 5	Определение настроечных параметров методом Циглера-Никольса	4
11	Раздел 6	Синтез регуляторов методом модульного оптимума и симметричного оптимума	4
12	Раздел 6	Синтез регуляторов с использованием метода Солодовникова	5

Итого: 51

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Исследование свойств типовых звеньев	4
2	Раздел 1	Исследование свойств сочетаний типовых звеньев	4
3	Раздел 2	Исследование динамики замкнутых систем с последовательной коррекцией	4
4	Раздел 2	Оценка устойчивости линейных систем	5
5	Раздел 3	Связь между частотными и динамическими характеристиками	4
6	Раздел 3	Коррекция САУ по виду ЛАХ	4
7	Раздел 4	Исследование свойств статических систем. Составление математической модели, схемы моделирования системы стабилизации температуры	4
8	Раздел 4	Исследование свойств астатических систем. Составление математической модели, схемы моделирования системы автоматического управления мельницей измельчения, дробильным устройством	5
9	Раздел 5	Исследование точности САУ при внешних воздействиях	4
10	Раздел 5	Исследование системы каскадного регулирования	4
11	Раздел 6	Исследование системы управления с модальным регулятором	4
12	Раздел 6	Исследование позиционной системы с параболическим регулятором положения	5
13	Раздел 7	Влияние процесса квантования на динамические свойства дискретной системы	4
14	Раздел 7	Исследование динамических характеристик цифрового электропривода в типовых режимах в контуре тока	4
15	Раздел 8	Исследование динамических характеристик цифрового электропривода в типовых режимах в контуре скорости	4
16	Раздел 8	Исследование характеристик цифровой инвариантной САУ	5
Итого:			68

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

№ п/п	Темы курсовых работ/проектов
1	Проектирование системы управления следящим электроприводом

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/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 «Основные понятия. Математические методы ТАУ»

1. Какие системы относятся к классу стохастических систем?
2. Охарактеризуйте статический режим работы САУ.
3. Приведите статические характеристики элементов системы.
4. Дайте определение передаточной функции.
5. Дайте определения понятия «система управления», отличие разомкнутых САУ от замкнутых.
6. Перечислите виды воздействий непрерывной САУ.
7. Какой блок САУ называется задающим?
8. Какие функции выполняет блок САУ «устройство управления»?
9. Назначение исполнительных устройств САУ.
10. Приведите классификацию автоматических систем по характеру изменения задания.
11. Поясните основные методы получения математических моделей описания САУ.
12. Какое предположение лежит в основе линеаризации нелинейных уравнений? Какой математический прием используется при линеаризации нелинейных дифференциальных уравнений?
13. Какие математические модели называются линейными?
14. Что характеризует решение линейного дифференциального уравнения системы?
15. Для чего используется уравнение «вход-состояние-выход»?
16. Что понимается под состоянием системы?
17. Каким образом можно получить характеристическое уравнение, если модель системы представлена в векторно- матричной форме?

Раздел 2 «Анализ САУ»

1. Сформулируйте принцип обратной связи, принцип суперпозиции.
2. Как определяется ошибка в системе автоматического управления?
3. Назовите виды систем автоматического управления, приведите примеры.
4. В чем состоит отличие систем непрерывного и дискретного действия?
5. Функциональная схема системы автоматического управления, назначение основных элементов схемы.

6. Какое условие соответствует технически реализуемой системе, если n - порядок знаменателя передаточной функции, m - порядок числителя?
7. Дайте определение передаточной матрицы замкнутой системы по регулируемым переменным относительно возмущающих воздействий.
8. Приведите последовательность структурных преобразований системы.
9. Что такое частотная передаточная функция динамической системы?
10. Что характеризует амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики?
11. Приведите временные и частотные характеристики типовых динамических звеньев.
12. Что понимается под устойчивостью системы?
13. Какими движениями определяется свойство устойчивости?
14. Сформулируйте необходимое и достаточное корневое условие устойчивости линейной непрерывной стационарной системы.
15. Дайте графическую интерпретацию необходимых и достаточных корневых условий устойчивости линейной непрерывной стационарной системы.
16. Как протекают процессы в линейной системе, находящейся на границе устойчивости нейтрального и колебательного типа?
17. Как определяется степень устойчивости?
18. В каком случае можно оценить устойчивость системы, не вычисляя корней и не применяя косвенных критериев оценки устойчивости?
19. Сформулируйте критерий оценки устойчивости Гурвица, Найквиста.

Раздел 3 «Анализ качества САУ»

1. Приведите критерии оценки качества автоматических систем?
2. Почему в астатической САУ величина статической ошибки при постоянном входном равна нулю?
3. Из какого условия должно выбираться значение добротности по ускорению K , для того, чтобы в системе с астатизмом второго порядка при типовом входном воздействии с постоянным ускорением $g(t) = \frac{g_0}{2} * t^2$, причем диапазон изменения ускорений ограничен максимальным ускорением $|g_0| \leq \ddot{g}_{\max}$, установившаяся ошибка e_y не превышала бы максимально допустимую ошибку e_{\max} $|e_y| \leq e_{\max}$?
4. Как влияет повышение коэффициента передачи системы на величину
5. установившейся ошибки?

Раздел 4 «Коррекция динамических свойств САУ»

1. Как влияет на точностные характеристики системы введение в контур ошибки изодромного элемента?
2. Какая ошибка будет в статической системе при линейном воздействии?
3. Какая коррекция в статической САУ обеспечивает нулевую статическую ошибку при отработке постоянного входного воздействия (постоянной уставки)?
4. Как меняются точностные показатели при введении комбинированной связи по задающему и возмущающему воздействиям?

Раздел 5 «Синтез линейных САУ»

1. Какое быстродействие обеспечивается при настройке ПИ-регулятора на модульный оптимум для статического объекта с малыми постоянными времени T_{Σ} ?
2. При настройке регулятора на модульный оптимум с каким перерегулированием наблюдается переходный процесс?
3. Как определяются настроечные параметры τ и β ПИ-регулятора при синтезе на симметричный оптимум?
4. По каким параметрам переходного процесса производится формирование среднечастотной асимптоты желаемой ЛАЧХ с наклоном -20 дБ/дек?

Раздел 6 «Нелинейные САУ и их особенности»

1. Приведите особенности динамики нелинейных САУ.
2. Какой математический прием используется при линеаризации нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих объект управления системы?
3. Какое предположение лежит в основе линеаризации нелинейных уравнений?

Раздел 7 «Анализ дискретных систем»

1. Какие системы автоматического управления называются дискретными?
2. Классификация дискретных систем по виду квантования.
3. Какими уравнениями представляются математические модели элементов дискретных систем?
4. Сформулируйте необходимое и достаточное условие устойчивости дискретной системы.

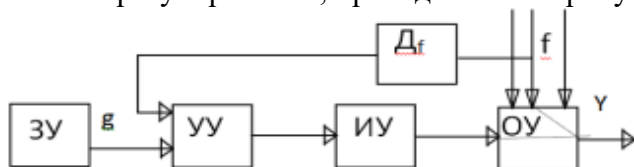
Раздел 8 «Синтез дискретных систем»

1. Классификация дискретных систем по виду квантования.
2. Приведите функциональную схему цифровой САУ.
3. Приведите передаточную функцию цифрового ПИД-регулятора при использовании аппроксимации Тустена.
4. До каких частот ЛАХ непрерывной системы совпадает с ЛАХ дискретной системы?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине «Теория автоматического управления»:

1. Система автоматического управления – это ...
2. Управление по возмущению позволяет ...
3. Наличие отрицательной обратной связи в СУ обеспечивает...
4. Как определяется начальное значение $(X(0))$ регулируемой переменной в системе с передаточной функцией $W(s)$?
5. Как определяется конечное значение $(Y(\infty))$ регулируемой переменной в системе с передаточной функцией $W(s)$?
6. Способ регулирования, приведенный на рисунке, называется ... и позволяет ...



7. Программно-задающее устройство предназначено для ...
8. Какое значение переменной на выходе системы с передаточной функцией $W(s)$ можно получить, если найти предел следующей функции:
$$\lim_{s \rightarrow 0} sW(s)U(s) ?$$
9. Передаточной функцией линейной стационарной системы (элемента) называется...
10. Приведите передаточную функцию типового звена, описываемого дифференциальным уравнением вида $\dot{y} + 5y = 10g$
11. Определить переходную функцию с передаточной функцией $5/(7s+1)$, привести график
12. Какому значению соответствует точка пересечения низкочастотной асимптоты ЛАХ (или её продолжение) с осью ординат на частоте $\omega = 1 \text{ с}^{-1}$?
13. Чем определяется начальный наклон ЛАХ и начальное значение фазы системы?
14. Значение ФЧХ системы с астатизмом первого порядка при низких частотах равно ...

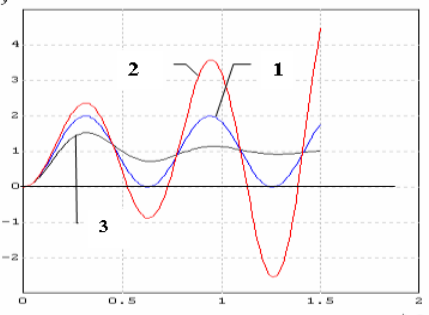
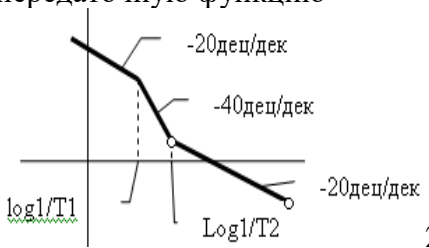
15. Построить ЛАЧХ для последовательного соединения апериодического звена с передаточной функцией $10/(0.1s+1)$ и интегрирующего звена с передаточной функцией $10/s$. Указать наклоны ЛАЧХ и построить ФЧХ?
16. Как найти АЧХ и ФЧХ, если известны $P(\omega)$ и $Q(\omega)$?
17. Сигналом рассогласования (ошибкой, отклонением) называется сигнал $e(t) = g(t)-y(t)$, характеризующий..., где $g(t)$ - это, $y(t)$ - это....
18. Какой элемент структуры формирует ошибку?
19. Управляющее воздействие в САУ вырабатывается ... и поступает на ...
20. Возмущающим воздействием в САУ называется...
21. Задающим воздействием в САУ называется ...
22. Структурная схема замкнутой САУ.
23. Частотная передаточная функция системы.
24. Полюсы и нули передаточной функции.
25. Чему равен коэффициент передачи разомкнутой системы?
26. Амплитудной частотной характеристикой (АЧХ) называется ...
27. Передаточная функция, частотные характеристики и примеры звена запаздывания.
28. Фазовая частотная характеристика (ФЧХ) характеризует ...
29. Вид частотной передаточной функции в показательной форме.
30. Определить значения модуля частотной передаточной функции для звена чистого запаздывания при частоте $\omega = 1$ рад/с, $\omega = 10$ рад/с, $\omega = 0,1$ рад/с
31. Чему равно значение фазового сдвига звена с передаточной функцией $25/(0.4s+1)$ на частоте 2.5 с⁻¹?
32. Укажите наклоны ЛАЧХ в низкочастотной, среднечастотной и высокочастотной частях системы $\frac{(\tau_1 s+1)(\tau_2 s+1)}{s^2(Ts+1)}$, если $\tau_1 > \tau_2$, $T \ll \tau_1, \tau_2$
33. Многомерной САУ называется система ...
34. Какое значение переменной на выходе системы с передаточной функцией $W(s)$ можно получить, если найти предел следующей функции: $\lim_{s \rightarrow \infty} sW(s)U(s)$?
35. Автоматизированной системой управления (АСУ) называется...

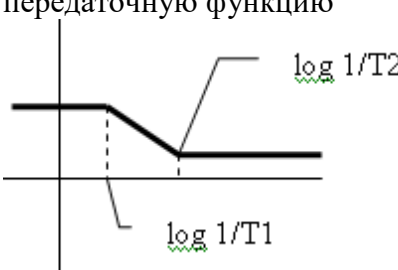
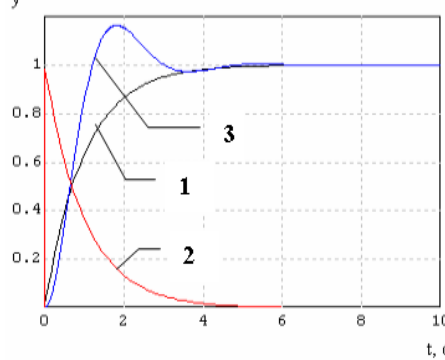
6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант №1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Автоматизированные системы ...	1. выполняют свои функции автоматически (без участия человека) 2. выполняют свои функции с помощью автоматизированных устройств 3. в которых часть функций выполняется автоматически, а часть человеком-оператором 4. обеспечивают целенаправленное изменение свойств объекта, приводящее к улучшению его состояния
2.	В функции устройства управления входит...	1. идентификация состояния объекта, генерация задающих воздействий, расчет управляющих воздействий 2. идентификация состояния объекта 3. инициализация объекта 4. идентификация внешних воздействий

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
3.	Выходной переменной системы управления механизмом является...	<ol style="list-style-type: none"> 1. текущее положение конечного звена 2. заданное положение конечного звена 3. управляющий сигнал 4. текущее значение скорости
4.	Задающим воздействием называется сигнал,...	<ol style="list-style-type: none"> 1. характеризующий текущее значение выходной переменной в режиме слежения 2. генерируемый объектом слежения 3. генерируемый дополнительным внешним блоком 4. определяющий требуемый закон изменения регулируемой переменной
5.	Регулятором называется блок, предназначенный для ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. расчета управляющего воздействия $u(t)$ 2. расчета задающего воздействия $g(t)$ 3. оценки состояний объекта идентификации 4. для измерения возмущений
6.	Необходимым условием устойчивости САУ является ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. положительность корней характеристического уравнения 2. равенство нулю хотя бы одного корня характеристического уравнения 3. отрицательность коэффициентов характеристического уравнения 4. положительность коэффициентов характеристического уравнения
7.	Характеристическое уравнение замкнутой системы имеет вид $p^2 + 4p + 3 = 0$. Определить, устойчива ли система.	<ol style="list-style-type: none"> 1. на колебательной границе устойчивости 2. на границе устойчивости нейтрального типа 3. устойчива 4. не устойчива
8.	Корни характеристического уравнения замкнутой системы равны: $p_1 = -10$, $p_2 = -21$, $p_3 = -23$, $p_4 = -46$. Степень устойчивости системы равна ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. 10 2. 21 3. 23 4. 46

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
9.	<p>На рис. приведены переходные процессы системы (устойчивой, неустойчивой; на грани устойчивости)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1 - неустойчивая, 2- устойчивая, 3 - на границе устойчивости 2. 1- на границе устойчивости, 2 – устойчивая, 3 – неустойчивая 3. 1- на границе устойчивости, 2 – неустойчивая, 3 – устойчивая 4. 1- устойчивая, 2 – на границе устойчивости, 3 – неустойчивая.
10.	Устойчивость линейной системы определяется... движением	<ol style="list-style-type: none"> 1. вынужденным 2. свободным 3. установившимся 4. возмущенным
11.	Для оценки устойчивости линейной непрерывной системы должны быть исследованы ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. начальные условия 2. свободные составляющие решения дифференциального уравнения системы 3. вынужденные составляющие решения дифференциального уравнения системы 4. свободные и вынужденные составляющие решения дифференциального уравнения системы
12.	Дано характеристическое уравнение $A_0 p^n + A_1 p^{n-1} + \dots + A_{n-1} p + A_n = 0$, имеющее n корней вида $p_i = \alpha_i \pm j\beta_i$. Тогда необходимым и достаточным условием устойчивости такой системы является условие	<ol style="list-style-type: none"> 1. все $\alpha_i < 0$ 2. все $\alpha_i \leq 0$ 3. все $\alpha_i \geq 0$ 4. все $\beta_i < 0$
13.	Какое условие соответствует технически реализуемой системе, если n - порядок знаменателя передаточной функции, m - порядок числителя?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $n > m$; 2. $n \geq m$; 3. $n < m$; 4. $n \leq m$.
14.	Значение фазового сдвига для звена с передаточной функцией $W(p) = \frac{10}{0,5p+1}$ на частоте $2,0$ 1/с равно:	<ol style="list-style-type: none"> 1. -90 градусов 2. -45 градусов 3. -180 градусов 4. 0 градусов
15.	<p>По виду ЛАХ восстановить передаточную функцию</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\frac{K(T_1 p + 1)}{T_2 p + 1}$ 2. $\frac{K(T_1 p + 1)}{p(T_2 p + 1)}$ 3. $\frac{K(T_2 p + 1)}{p(T_1 p + 1)}$ 4. $\frac{K(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)}{(T_1 p + 1)(T_4 p + 1)}$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
16.	<p>Чему равен наклон асимптотической ЛАЧХ на частоте $\omega = 1,5 \text{ с}^{-1}$ системы с передаточной функцией</p> $W(p) = \frac{p+1}{(0,5p+1)(4p+1)}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. -20дб/дек 2. 20 дб/дек 3. 0 дб/дек 4. -40 дб/дек
17.	<p>По виду ЛАХ восстановить передаточную функцию</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\frac{K(T_1 p + 1)}{T_2 p + 1}$ 2. $\frac{K(T_1 p + 1)}{p(T_2 p + 1)}$ 3. $\frac{K(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)}{(T_1 p + 1)(T_4 p + 1)}$ 4. $\frac{K(T_2 p + 1)}{T_1 p + 1}$
18.	<p>Определить, какому звену соответствуют переходные процессы у</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. аperiodическое, реальное дифференцирующее, колебательное 2. аperiodическое, Колебательное, реальное дифференцирующее 3. реальное дифференцирующее, Колебательное, аperiodическое 4. реальное дифференцирующее, Аperiodическое, колебательное
19.	<p>Движение системы описывается дифференциальным уравнением</p> $\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 3 \frac{dy(t)}{dt} + 2y(t) = 5g(t)$ <p>где: $y(t)$ - выходная переменная, $g(t)$ - задающее воздействие, t – время. Определить устойчивость системы.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. устойчива 2. неустойчива 3. на колебательной границе устойчивости 4. на аperiodической границе устойчивости

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20.	Для характеристического полинома системы вида $p^3 + 4p^2 + 3p + 2 = 0$ матрицей Гурвица является ...	1. $\begin{bmatrix} 2 & 4 & 0 \\ 0 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \end{bmatrix}$ 2. $\begin{bmatrix} 1 & 3 & 0 \\ 0 & 4 & 2 \\ 0 & 1 & 3 \end{bmatrix}$ 3. $\begin{bmatrix} 2 & 4 & 0 \\ 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 4 \end{bmatrix}$ 4. $\begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 1 & 3 & 0 \\ 0 & 4 & 2 \end{bmatrix}$

Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Системы стабилизации предназначены для:	1. поддержания задающего воздействия на постоянном уровне, при этом выходная величина отличается от требуемого на величину статической ошибки 2. слежения за выходной величиной 3. изменения выходной координаты по заданному закону 4. регулирования выходной координаты в большом диапазоне
2.	Следящие системы обеспечивают:	1. изменение выходной величины по заданному алгоритму 2. контроль за нагревом оборудования 3. формирование управляющего воздействия по неизвестному задающему 4. задание необходимого динамического режима
3.	Системы программного управления предназначены для:	1. уменьшения статической ошибки 2. уменьшения потерь энергии 3. повышения быстродействия 4. регулирования выходной координаты по заранее составленной программе
4.	При последовательном соединении динамических звеньев передаточные функции:	1. складываются 2. вычитаются 3. преобразуются по определённому закону 4. перемножаются

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
5.	Устойчивость системы это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. свойство возвращаться в исходное состояние после прекращения действия возмущения 2. свойство работать в переходном режиме 3. управление при помощи микропроцессора 4. работа в колебательном режиме
6.	Переходная функция системы $h(t)$ это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. время пуска 2. время реверса 3. показатель колебательности процесса 4. реакция на входное единичное воздействие
7.	Устойчивость системы определяется по критерию:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гурвица 2. Лапласа 3. Кирхгофа 4. Ома
8.	Какой вид имеет передаточная функция идеального дифференцирующего звена?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W(P) = K$ 2. $W(P) = Kp$ 3. $W(P) = K/p$ 4. $W(P) = K/Tr+1$
9.	Какой вид имеет передаточная функция безинерционного звена?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W(P) = K$ 2. $W(P) = Kp$ 3. $W(P) = K/p$ 4. $W(P) = K/Tr+1$
10.	Какой вид имеет передаточная функция апериодического звена первого порядка?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W(P) = K$ 2. $W(P) = Kp$ 3. $W(P) = K/p$ 4. $W(P) = K/Tr+1$
11.	Когда возникает режим прерывистого тока в системе ТП-ДПТ при регулировании скорости напряжением на якоре?	<ol style="list-style-type: none"> 1. при малых значениях выпрямленного тока 2. при больших нагрузках 3. при пониженном напряжении питания 4. при резком торможении двигателя
12.	Измерение угловых и линейных координат нельзя осуществлять при помощи:	<ol style="list-style-type: none"> 1. тахогенератора 2. сельсина 3. вращающего трансформатора 4. цифровых датчиков
13.	Если T_m больше $4T_\theta$ (T_m - механическая и T_θ - электромагнитная постоянные времени ДПТ), то двигатель работает в режиме:	<ol style="list-style-type: none"> 1. торможения 2. перегрузки 3. пуска 4. установившемся
14.	Если T_m меньше $4T_\theta$ (T_m - механическая и T_θ - электромагнитная постоянные времени ДПТ), то двигатель работает в режиме:	<ol style="list-style-type: none"> 1. отдачи энергии в сеть 2. пуска 3. генераторном 4. реверса

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
15.	Задачей токового контура в САР не является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ограничение максимального тока якоря в переходных режимах 2. компенсация Тэ 3. компенсация возмущающих воздействий 4. регулирование тока
16	Оптимизация динамики токового и скоростного контуров позволяет:	<ol style="list-style-type: none"> 1. уменьшить потери 2. получить заданные качественные переходные процессы 3. увеличить диапазон регулирования скорости 4. уменьшить погрешность при регулировании
17.	Система с двухзонным регулированием скорости (Г-ДПТ) позволяет изменить:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ток и скорость 2. магнитный поток и ток 3. скорость двигателя при её регулировании напряжением на якоре и потоком возбуждения 4. момент и ток
18.	Как иначе называется адаптивная система управления?	<ol style="list-style-type: none"> 1. нелинейная 2. линейная 3. аналоговая 4. самонастраивающаяся
19.	Какая обратная связь в системах управления не применяется?	<ol style="list-style-type: none"> 1. по току 2. по скорости 3. по весу объекта 4. по моменту
20.	Задачей синтеза САУ является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. построение требуемого переходного процесса 2. оценка устойчивости 3. разработка системы по заданным показателям переходного процесса 4. уменьшение погрешности

Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
-------	--------	-----------------

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Использование роботов и манипуляторов при автоматизации транспортных систем позволяет:	<ol style="list-style-type: none"> 1. повысить производительность и эффективность труда 2. повысить степень безопасности жизнедеятельности производства 3. работать в помещениях с повышенной влажностью и пыльностью 4. исключить ручной труд
2.	Особенность применения роботов в технологических процессах заключается в следующем:	<ol style="list-style-type: none"> 1. использование большого количества дополнительных технических средств 2. значительное изменение плана размещения оборудования на производстве 3. универсальность автоматической адаптации к особенностям технологического цикла 4. невозможность автоматической переналадки оборудования производства
3.	Системы программного управления предназначены для:	<ol style="list-style-type: none"> 1. уменьшения статической ошибки 2. уменьшения потерь энергии 3. повышения быстродействия 4. регулирования выходной координаты по заранее составленной программе
4.	Как определяется порядок САУ по передаточной функции?	<ol style="list-style-type: none"> 1. по постоянной времени 2. по быстродействию 3. по наибольшему показателю степени оператора «р» в знаменателе 4. По коэффициенту усиления
5.	Классификация САУ не производится по...	<ol style="list-style-type: none"> 1. стоимости оборудования 2. принципу управления 3. способу соединения звеньев 4. виду используемых сигналов
6.	Переходная функция системы $h(t)$ это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. показатель устойчивости 2. время пуска 3. показатель колебательности процесса 4. реакция на входное единичное воздействие
7.	Что является критерием устойчивости системы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. матрица Гурвица. 2. преобразование Лапласа 3. закон Кирхгофа 4. закон Ома
8.	Какой вид передаточной функции не может быть звеном САУ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W(P) = K$ 2. $W(P) = Kp^3$ 3. $W(P) = K/p$ 4. $W(P) = K/Tr+1$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
9.	Передаточная функция какого звена не используется в САУ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W(P) = KT^2 (Tp+1)$ 2. $W(P) = Kp$ 3. $W(P) = K/p$ 4. $W(P) = K/Tp+1$
10.	Какой вид имеет передаточная функция апериодического звена второго порядка?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W(P) = K$ 2. $W(P) = Kp$ 3. $W(P) = K/p$ 4. $W(P) = K/Tp^2 +1$
11.	Измерение угловых и линейных координат нельзя осуществлять при помощи:	<ol style="list-style-type: none"> 1. тахогенератора 2. сельсина 3. вращающего трансформатора 4. вольтметра
12.	Как иначе называется самонастраивающаяся система управления?	<ol style="list-style-type: none"> 1. нелинейная 2. линейная 3. аналоговая 4. адаптивная
13.	Задачей синтеза САУ является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. построение требуемого переходного процесса 2. оценка устойчивости 3. разработка системы по заданным показателям переходного процесса 4. уменьшение погрешности
14.	Задача анализа САУ заключается в:	<ol style="list-style-type: none"> 1. линеаризации нелинейностей 2. оценке устойчивости 3. определении надёжности 4. построении заданного переходного процесса и определении его показателей
15.	Ошибка управления это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. отклонение выходной величины от входной 2. разность между требуемым и действительным значениями выходной координаты 3. изменение момента нагрузки 4. изменение числа потребителей энергии
16.	Управление выходной координатой в системе - это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. изменение возмущающих воздействий 2. изменение реальных физических факторов 3. поддержание выходной координаты на заданном уровне 4. процесс реализации определённого алгоритма управления
17.	Что относят в системах к возмущающим воздействиям?	<ol style="list-style-type: none"> 1. изменение веса конструкции 2. отключение от сети 3. изменение нагрузки на валу двигателя 4. отключение системы аварийной сигнализации

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
18.	Какая обратная связь применяется в системах стабилизации?	1. положительная 2. гибкая 3. колебательная 4. отрицательная
19.	Какой элемент обязателен в цепи обратной связи?	1. усилитель 2. датчик обратной связи 3. задающее устройство 4. корректирующее устройство
20.	Чем отличается передаточная функция статической и астатической САУ?	1. наличием оператора «р», как одного из множителей в знаменателе 2. наличием оператора «р» в числителе 3. наличием колебательного звена 4. наличием дифференцирующего звена

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 «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

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

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

6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 70 % лекционных, практических и лабораторных; 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 70 % лекционных, практических и лабораторных; 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

6.3.3. 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 «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «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. Гайдук А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко.—Электрон.дан. —Санкт-Петербург : Лань, 2017

<https://e.lanbook.com/book/90161>

2. Ким Д.П. Теория автоматического управления: учебное пособие / Д.П. Ким. - Москва:Физматлит,2007. -Т. 1.Линейные системы.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=69278
3. Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов: учеб. пособие[Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Е. Медведев, А.В. Чупин. — Электрон. дан. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф.Горбачева, 2009.
<https://e.lanbook.com/book/6606>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Ким, Д.П. Теория автоматического управления: учебное пособие / Д.П. Ким. - 2-е изд.,испр. и доп. - Москва : Физматлит, 2007. - Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=69280
2. Цветкова,О.Л. Теория автоматического управления: учебник/О.Л. Цветкова - Москва; Берлин:Директ-Медиа, 2016
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=443415

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Теория автоматического управления. Анализ линейных систем: Методические указания к лабораторным работам/ Сост.: Мансурова О.К., Кульчицкий А.А. Санкт-Петербургский горный университет: СПб, 2019 – 32с.

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

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.
3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
<https://e.lanbook.com/books>.
7. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
9. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>
10. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):<http://elibrary.rsl.ru/>
11. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
12. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>
13. Библиотека изобретений, патентов, товарных знаков РФ [сайт] URL:www.fips.ru
14. Полнотекстовые базы данных, библиотека СПГГИ(ТУ) [сайт]
15. URL: www.kodeks.spmi.edu.ru:3000

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

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

8.1.1. Аудитории для проведения лекционных занятий

64 посадочных места

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 64 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол - 33 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 4 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

60 посадочных мест

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 60 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол - 31 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., доска под мел – 1 шт., плакат в рамке настенный – 3 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

56 посадочных мест

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 56 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 29 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

52 посадочных места

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 52 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 26 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

36 посадочных мест

Стол – 13 шт., стул – 38 шт., доска маркерная - 2 шт.

8.1.2. Аудитории для проведения практических занятий

24 посадочных места

Генератор универсальный АНР-1003 - 2 шт., генератор низкой частоты АНР-1002 – 1 шт., измеритель RLC АМ-301 - 1 шт., измеритель параметров электрической сети Fluke-T5-1000 – 1 шт., регистратор температуры АТЕ-9380 – 1 шт., мультиметр 2000/E - 2 шт.; осциллограф цифровой АСК-2065 - 1 шт., стенд «Метрологические характеристики осциллографа» – 1 шт., учебная парта с сиденьем – 12 шт., стол – 11 шт., стул – 27 шт., доска - 1 шт., плакат в рамке – 12 шт.

30 посадочных мест.

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 4 шт.

30 посадочных мест.

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 3 шт.

30 посадочных мест.

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 5 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.

Перечень лицензионного программного обеспечения: MicrosoftWindows 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 компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» , MicrosoftOpenLicense 60799400 от 20.08.2012, MicrosoftOpenLicense 48358058 от 11.04.2011, MicrosoftOpenLicense 49487710 от 20.12.2011, MicrosoftOpenLicense 49379550 от 29.11.2011 ,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2020 года)

Kasperskyantivirus 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 MicrosoftWindows 7 ProfessionalMicrosoftOpenLicense 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от20.08.2007 (обслуживаниедо 2020 года)

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:

MicrosoftWindows 7 Professional: MicrosoftOpenLicense 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживаниедо 2020 года).

CorelDRAWGraphicsSuite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

CiscoPacketTracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMathStudio (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:

MicrosoftWindows 7 Professional (Лицензионное соглашение MicrosoftOpenLicense 60799400 от 20.08.2012)

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

Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity (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., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

MicrosoftWindows 7 Professional (Лицензионное соглашение MicrosoftOpenLicense 60799400 от 20.08.2012)

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

Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 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)