

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



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

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор В.А. Шпенст

Проректор по образовательной
деятельности доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	21.05.04 Горное дело
Направленность (профиль):	Электрификация и автоматизация горного производства
Квалификация выпускника:	горный инженер (специалист)
Форма обучения:	очная
Составитель	доц. Большунова О.М.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Теория автоматического управления» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.04 Горное дело», утвержденного приказом Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987 в редакции приказа Минобрнауки России от 26.11.2020 № 1456;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.04 Горное дело» направленности (профиль) «Электрификация и автоматизация горного производства».

Составитель: _____ к.т.н., доц. О.М. Большунова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроэнергетики и электромеханики от 22.01.2021 г., протокол № 12/01.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., проф. В.А. Шпенст

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 изучения дисциплины – формирование у студентов базовых знаний в области общих принципов построения и функционирования, основных методов анализа и синтеза систем автоматического управления.

Основными задачами дисциплины являются:

- **изучение** основных принципов построения систем автоматического управления; общих закономерностей функционирования, присущих системам автоматического управления различной физической природы; информационных процессов, протекающих в системах автоматического управления, основных методов анализа и синтеза систем автоматического управления;
- **овладение** методами идентификации объектов автоматического управления, методами анализа и расчета систем автоматического управления;
- **формирование:**
 - представлений об адаптивных и интеллектуальных системах автоматического управления;
 - навыков практического применения методов синтеза систем автоматического управления, удовлетворяющих требованиям к качественным показателям, в том числе с использованием интеллектуальных технологий;
 - мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области автоматического управления техническими системами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к части, формируемая участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы подготовки специалистов по специальности 21.05.04 «Горное дело» и изучается в 7,8 и 9 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теория автоматического управления» являются «Высшая математика», «Физика», «Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теоретические основы электротехники».

Дисциплина «Теория автоматического управления» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Цифровая схемотехника», «Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства», «Автоматика машин и установок горного производства », «Математическое моделирование систем управления технологических комплексов».

Особенностью дисциплины является то, что она представляет собой основную базовую теоретическую дисциплину специализации «Электрификация и автоматизация горного производства».

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен участвовать в проектировании систем автоматического управления горного производства	ПКС-4.	<p>ПКС-4.1. Знать: схемы и классификацию систем автоматического управления горного производства; устройство и принципы действия элементов и устройств, входящих в состав систем автоматического управления горного производства; принципы построения и функционирования систем автоматического управления, горного производства</p> <p>ПКС-4.2. Уметь: использовать методы расчета основных параметров и характеристик электрических систем; осуществлять обоснованный выбор элементов и устройств, входящих в состав систем автоматического управления горного производства; разрабатывать математические модели систем автоматического управления горного производства</p> <p>ПКС-4.3. Владеть: базовыми навыками проектирования систем автоматического управления горного производства; навыками математического моделирования систем автоматики</p>
Способен участвовать в проектировании систем электропривода горного производства	ПКС-5.	<p>ПКС-5.1. Знать: схемы и классификацию систем электропривода горного производства; устройство и принципы действия элементов и устройств, входящих в состав систем электропривода горного производства; принципы построения и функционирования систем электропривода горного производства</p> <p>ПКС-5.2. Уметь: использовать методы расчета основных параметров и характеристик электрических систем; осуществлять обоснованный выбор элементов и устройств, входящих в состав систем электропривода горного производства; разрабатывать математические модели систем электропривода технологических процессов горного производства</p> <p>ПКС-5.3. Владеть: базовыми навыками проектирования систем электропривода горного производства; навыками математического моделирования электро-механических систем</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр		
		7	8	9
Аудиторные занятия (всего), в том числе:	149	68	64	17
Лекции (Л)	99	51	48	-
Практические занятия (ПЗ)	50	17	16	17
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	139	40	44	55
Курсовой проект (работа)	36	-	-	36
Подготовка к практическим занятиям	91	34	44	13
Подготовка к зачету	12	6	-	6
Вид промежуточной аттестации (зачет- 3, диф. зачет – ДЗ, экзамен - Э)	ДЗ, Э(36), 3	ДЗ	Э(36)	3
Общая трудоемкость (час)	324	108	144	72
Общая трудоемкость (зач. ед.)	9	3	4	2

4.2. Содержание дисциплины

Дисциплина содержит 10 разделов-этапов, которые обеспечивают следующие виды занятий: лекционный курс, практические занятия, самостоятельная работа, курсовая работа, подготовка и сдача экзамена, дифференцированного зачета и зачета.

4.2.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Задачи и содержание дисциплины. Основные определения и понятия «Теории автоматического управления». Статика автоматической системы регулирования	Цели и задачи дисциплины. Краткая история и перспективы развития «Теории автоматического управления». Основные определения. Классификация автоматических систем управления. Системы автоматического регулирования. Основные режимы работы. Установившаяся ошибка. Статическое и астатическое регулирование. Примеры.
2.	Математическое описание линейных непрерывных систем автоматического управления и их элементов	Методы описания динамики линейных систем автоматического управления. Задачи и методы исследования динамики. Дифференциальные уравнения систем автоматического управления, их линеаризация. Передаточные функции. Временные функции. Частотные характеристики. Типовые звенья систем автоматического управления, их характеристики. Передаточные функции и дифференциальные уравнения системы. Использование структурных схем и

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
		сигнальных графов. Многомерные линейные системы. Математические модели объектов и систем в пространстве состояний.
3.	Устойчивость линейных систем автоматического управления. Качество процесса регулирования	Устойчивость линейных систем управления. Понятие об устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости Рауса и Гурвица. Частотные критерии устойчивости Михайлова, Найквиста, логарифмический частотный критерий. Влияние структуры и передаточного коэффициента системы на ее устойчивость. Показатели качества. Точность. Коэффициент ошибок. Методы получения переходного процесса. Чувствительность системы. Повышение качества процесса регулирования. Корректирующие устройства и их влияние на качество. Методы повышения точности.
4.	Синтез систем автоматического управления	Промышленные объекты управления. Идентификация объектов управления. Методы получения статических и динамических характеристик объектов управления. Линейные динамические модели объектов управления. Автоматические системы с типовыми алгоритмами управления. Характеристики основных алгоритмов управления, реализуемых с помощью типовых регуляторов. Расчет оптимальных параметров регуляторов. Условия инвариантности. Комбинированное управление. Синтез корректирующих устройств.
5.	Дискретные системы управления и цифровые регуляторы	Общие сведения о дискретных системах управления. Математическое описание дискретных систем. Разностные уравнения. Основы Z – преобразования. Анализ систем управления с цифровым регулятором. Типовые алгоритмы функционирования цифровых регуляторов и их машинная реализация.
6.	Многоконтурные системы автоматического управления	Комбинированные системы автоматического управления. Каскадные системы автоматического управления. Многосвязные системы автоматического управления.
7.	Системы автоматического управления при случайных воздействиях	Случайные сигналы, их характеристики. Прохождение случайного сигнала через линейную систему. Минимизация среднеквадратичной ошибки. Параметрическая оптимизация. Оптимальные фильтры.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
8	Методы анализа нелинейных систем автоматического управления	Специфические особенности нелинейных систем. Типовые нелинейные элементы. Метод фазовых траекторий. Метод гармонической линеаризации.
9	Оптимальные и адаптивные системы управления	Понятие об оптимальных системах. Постановка задачи оптимизации. Критерии оптимальности и ограничения. Разновидности задач оптимизации. Методы оптимизации. Принцип максимума и метод динамического программирования. Основные понятия. Адаптивные системы управления. Понятие об адаптивных системах управления и методах их реализации.
10	Интеллектуальные системы автоматического управления	Общие сведения о fuzzy-управлении. Математические основы построения нечетких систем. Понятие о системах fuzzy -управления. Элементы теории множеств. Понятие о нечетких множествах. Описание технологического процесса как объекта системы fuzzy-управления. Функции принадлежности, степень принадлежности, линеаризация функций принадлежности. Синтез систем fuzzy-управления. Нейросетевые системы и регуляторы.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий			
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
1	Задачи и содержание дисциплины. Основные определения и понятия «Теории автоматического управления». Статика автоматической системы регулирования	24	8	2	14
2	Математическое описание линейных непрерывных систем автоматического управления и их элементов	34	14	6	14
3	Устойчивость линейных систем автоматического управления. Качество процесса регулирования	30	10	6	14

4	Синтез систем автоматического управления	32	12	6	14
5	Дискретные системы управления и цифровые регуляторы	26	8	4	14
6	Многоконтурные системы автоматического управления	34	10	10	14
7	Системы автоматического управления при случайных воздействиях	26	8	4	14
8	Методы анализа нелинейных систем автоматического управления	24	6	4	14
9	Оптимальные и адаптивные системы управления	28	10	4	14
10	Интеллектуальные системы автоматического управления	30	13	4	13
	ИТОГО	288	99	50	139

4.2.3. Практические занятия

№ п.п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час.)
1	1	Исследование установившихся режимов работы элементов систем автоматического управления.	2
2	2	Исследование временных и частотных характеристик типовых звеньев систем автоматического управления.	6
3	3	Исследование устойчивости линейной системы автоматического управления. Анализ качества системы автоматического управления.	6
4	4	Идентификация объекта управления по экспериментальной переходной характеристике. Синтез системы автоматического управления.	6
5	5	Исследование системы автоматического управления с непосредственным цифровым управлением.	4
6	6	Синтез комбинированной системы автоматического управления. Синтез системы подчиненного регулирования. Синтез системы автоматического управления многомерным объектом.	10
7	7	Исследование системы автоматического управления при случайных воздействиях.	4
8	8	Исследование нелинейной системы управления методом фазовой плоскости.	4
9	9	Исследование адаптивных системы управления	4
9	10	Исследование системы автоматического управления с нечеткой логикой.	4

4.2.4. Примерная тематика курсовых работ

Синтез многоконтурных линейных систем автоматического управления с применением интеллектуальных технологий (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 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.

Консультации (текущая консультация, накануне зачета, экзамена) являются 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 курсовой работы.

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

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и лабораторных 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 текущего контроля успеваемости:

Тема 1 «Задачи и содержание дисциплины. Основные определения и понятия «Теории автоматического управления». Статика автоматической системы регулирования»

Что такое «процесс управления»? Что называют «объектом управления»? Поясните понятия «управляющее воздействие» и «возмущающее воздействие». Перечислите и поясните принципы автоматического управления. По каким признакам классифицируются системы автоматического управления? На каком принципе работают системы автоматического регулирования? Какие бывают системы автоматического регулирования? Какие признаки элементов системы управления отражаются на ее функциональной схеме? Что такое установившийся процесс, какими уравнениями он описывается? Что такое статическое регулирование? Что такое астатическое регулирование? Что такое установившаяся ошибка и как она зависит от коэффициента усиления разомкнутой системы?

Тема 2 «Математическое описание линейных непрерывных систем автоматического управления и их элементов»

Что такое передаточная функция и как ее получить? Какими свойствами обладает передаточная функция? Какие частотные характеристики существуют? Какой диапазон частот называют декадой? Какие временные характеристики Вы знаете? Что называется звеном системы автоматического управления? Какие существуют типовые звенья? Приведите примеры типовых звеньев. При каких соотношениях параметров инерционное звено второго порядка ведет себя как колебательное? При каких соотношениях параметров колебательное звено эквивалентно двум апериодическим звеньям, включенным последова-

тельно? Что называется структурной схемой системы автоматического управления? По какому признаку элементы объединяются в структурную схему? Как использовать структурную схему для получения дифференциального уравнения системы? Как получить характеристическое уравнение системы, если есть ее передаточная функция?

Тема 3 «Устойчивость линейных систем автоматического управления. Качество процесса регулирования»

Какие системы называются устойчивыми, а какие неустойчивыми? Что является необходимым и достаточным условием устойчивости линейной системы? Что является только необходимым, но не достаточным условием устойчивости системы? Сформулируйте алгебраические критерии устойчивости Рауса и Гурвица. Сформулируйте критерии устойчивости Михайлова и Найквиста. Что является исходным для исследования устойчивости замкнутой системы по критерию Найквиста? На основании чего можно рассчитать устойчивость замкнутой системы по критерию Гурвица? Почему алгебраические критерии не позволяют рассчитать устойчивость систем с запаздыванием? Что входит в понятие качества процесса регулирования? Каковы основные показатели качества системы? Какое влияние оказывает на переходный процесс введение в закон регулирования производных, интеграла? Что такое степень устойчивости? Что определяет собой квадратичная оценка качества? По какой частотной характеристике замкнутой системы судят о качестве регулирования?

Тема 4 «Синтез систем автоматического управления»

Поясните понятие «синтез системы». Какие устройства называются корректирующими? Какие бывают корректирующие устройства? Какое влияние оказывает на переходный процесс введение в закон регулирования производных, интеграла? Чем определяется точность системы? Перечислите основные методы синтеза систем автоматического управления. Назовите типовые алгоритмы управления. Какой типовой алгоритм управления является самым распространенным и почему? Назовите наиболее распространенные требования к качеству регулирования.

Тема 5 «Дискретные системы управления и цифровые регуляторы»

Какими достоинствами обладает система с непосредственным цифровым управлением по отношению к аналоговой системе? Каковы недостатки систем с непосредственным цифровым управлением? Какие типовые алгоритмы управления в дискретной форме существуют? Как выбирается интервал дискретности?

Тема 6 «Многоконтурные системы автоматического управления»

Какие существуют типы промышленных объектов управления? Назовите типовые линейные алгоритмы управления, укажите их передаточные функции, их особенности. Почему параметры регулятора рассчитываются по характеристикам регулирующего канала объекта управления? Из каких условий выбирается компенсатор возмущения в комбинированной системе? Какой объект называется многомерным? Что называют связанным и несвязанным регулированием? Какими достоинствами и недостатками они обладают?

Тема 7 «Системы автоматического управления при случайных воздействиях»

Что называют случайным стационарным процессом? Поясните понятия «математическое ожидание», «дисперсия», «автокорреляционная функция», «функция спектральной плотности». Как получить график автокорреляционной функции? Как взаимосвязаны «автокорреляционная функция» и «функция спектральной плотности»? Поясните понятия «взаимная корреляционная функция» и «функция взаимной спектральной плотности». Что такое метод формирующего фильтра, поясните на примерах.

Тема 8 «Методы анализа нелинейных систем автоматического управления»

Какие системы автоматического регулирования относятся к существенно нелинейным? Какими специфическими особенностями обладают нелинейные системы в отличие от линейных? В чем состоит сущность исследования систем методом фазовой плоскости? Назовите типовые фазовые траектории и укажите, каким переходным процессам они соответствуют? В чем состоит сущность метода гармонической линеаризации, какие огра-

ничения принимаются при его использовании? Поясните метод Попова, для чего он предназначен?

Тема 9 «Оптимальные и адаптивные системы управления»

Что такое критерий оптимальности? Скалярный и векторный критерии оптимальности. Какая система называется адаптивной? Что является специфической особенностью адаптивных систем? Какая система называется самонастраивающейся? Какая система называется самоорганизующейся?

Тема 10 «Интеллектуальные системы автоматического управления»

Какие системы автоматического управления называются интеллектуальными? Что называется функцией принадлежности? Дайте определение нечеткому множеству. Какова форма его изображения? Запишите операторы для фаззи-логической конъюнкции и фаззи-логической дизъюнкции. Что такое логическая импликация? Что такое фаззификация и дефаззификация? Что представляет нейросетевое управление?

6.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения аттестации по итогам защиты курсовой работы

Оценка			
«2» (неудовл.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовл.)	«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.	Выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсовой работы демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, грубые ошибки.	Выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсовой работы демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины.	Выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсовой работы демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины.

6.3. Примерные вопросы для проведения аттестации в форме экзамена

1. Какая система называется системой автоматического регулирования?
2. Какая система называется адаптивной?
3. Что является специфической особенностью адаптивных систем?
4. Какая система называется самонастраивающейся?
5. Какая система называется самоорганизующейся?
6. На каком принципе работают системы автоматического регулирования?
7. Какие бывают системы автоматического регулирования?
8. Какие признаки элементов системы управления отражаются на ее функциональной схеме?
9. Что такое установившийся процесс, какими уравнениями он описывается?
10. Что такое статическое регулирование?
11. Что такое астатическое регулирование?

12. Наличие какого элемента обязательно в астатической системе?
13. Что такое установившаяся ошибка и как она зависит от коэффициента усиления разомкнутой системы?
14. Что такое передаточная функция и как ее получить?
15. Какими свойствами обладает передаточная функция?
16. Какие частотные характеристики существуют?
17. Какой диапазон частот называют декадой?
18. Какие временные характеристики Вы знаете?
19. Что называется звеном системы автоматического управления?
20. Какие существуют типовые звенья? Приведите примеры типовых звеньев.
21. При каких соотношениях параметров инерционное звено второго порядка ведет себя как колебательное?
22. При каких соотношениях параметров колебательное звено эквивалентно двум апериодическим звеньям, включенным последовательно?
23. Что называется структурной схемой системы автоматического управления?
24. По какому признаку элементы объединяются в структурную схему?
25. Как использовать структурную схему для получения дифференциального уравнения системы?
26. Как получить характеристическое уравнение системы, если есть ее передаточная функция?
27. Какие системы называются устойчивыми, а какие неустойчивыми?
28. Что является необходимым и достаточным условием устойчивости линейной системы?
29. Что является только необходимым, но не достаточным условием устойчивости системы?
30. Сформулируйте алгебраические критерии устойчивости Рауса и Гурвица.
31. Сформулируйте критерии устойчивости Михайлова и Найквиста.
32. Что является исходным для исследования устойчивости замкнутой системы по критерию Найквиста?
33. На основании чего можно рассчитать устойчивость замкнутой системы по критерию Гурвица?
34. Почему алгебраические критерии не позволяют рассчитать устойчивость систем с запаздыванием?
35. Что входит в понятие качества процесса регулирования?
36. Каковы основные показатели качества системы?
37. Какое влияние оказывает на переходный процесс введение в закон регулирования производных, интеграла?
38. Что такое степень устойчивости?
39. Что определяет собой квадратичная оценка качества?
40. По какой частотной характеристике замкнутой системы судят о качестве регулирования?
41. Какие устройства называются корректирующими?
42. Какие корректирующие устройства бывают?
43. Какое влияние оказывает на переходный процесс введение в закон регулирования производных, интеграла?
44. Чем определяется точность системы?
45. Перечислите основные методы синтеза систем автоматического управления.
46. Назовите типовые алгоритмы управления.
47. Какой типовой алгоритм управления является самым распространенным и почему?
48. Назовите наиболее распространенные требования к качеству регулирования.
49. Какие типовые алгоритмы управления в дискретной форме существуют?
50. Как выбирается интервал дискретности?

6.4. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Как называется система автоматического управления, у которой задающее воздействие не меняется с течением времени?	1. Стабилизирующая. 2. Программная. 3. Следящая. 4. Случайная.
2.	Какие элементы системы управления воздействуют на регулируемый орган?	1. Датчики. 2. Исполнительные механизмы. 3. Элементы сравнения. 4. Задающие элементы.
3.	Как называются устройства, которые вводятся в систему автоматического управления для придания ей определенных динамических качеств?	1. Исполнительные устройства. 2. Компенсаторы возмущения. 3. Усилительные устройства. 4. Корректирующие устройства
4.	Какое типовое воздействие нужно подать на вход звена, чтобы получить частотные характеристики?	1. Единичное ступенчатое воздействие. 2. Импульсное воздействие. 3. Линейно нарастающее воздействие. 4. Гармоническое воздействие.
5.	Какие из представленных функций не описывают динамические свойства системы управления и ее элементов?	1. Передаточная функция. 2. Дифференциальное уравнение. 3. Операторное уравнение. 4. Уравнение статики.
6.	Единичное ступенчатое воздействие математически описывается:	1. Функцией Дирака. 2. Функцией Хэвисайда. 3. Функцией Найквиста. 4. Функцией Падэ.
7.	Какой критерий устойчивости констатирует необходимое, но недостаточное условие устойчивости замкнутой линейной системы автоматического управления?	1. Критерий Стодола. 2. Критерий Гурвица. 3. Критерий Найквиста. 4. Критерий Рауса.
8.	Когда система автоматического регулирования является устойчивой по корням характеристического уравнения?	1. Все корни не имеют мнимых частей. 2. Вещественные части всех корней характеристического уравнения системы отрицательны. 3. Вещественные части всех корней характеристического уравнения системы положительны. 4. Хотя бы один корень имеет положительную вещественную часть.
9.	Для систем какого порядка критерий Стодола является необходимым и достаточным?	1. Для систем любого порядка. 2. Для систем, выше третьего порядка. 3. Для систем первого и второго порядка. 4. Для систем третьего порядка.
10.	По каким исходным данным осу-	1. По характеристическому уравнению

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	ществуется расчет устойчивости замкнутой линейной системы по критерию Гурвица?	замкнутой системы. 2. По характеристическому уравнению разомкнутой системы. 3. По амплитудной частотной характеристике разомкнутой системы. 4. По логарифмическим частотным характеристикам разомкнутой системы.
11.	Какой из перечисленных показателей качества характеризует статическую точность системы?	1. Перерегулирование. 2. Установившееся рассогласование. 3. Степень затухания. 4. Время регулирования.
12.	Каким образом определяются прямые показатели качества управления?	1. Непосредственно по переходному процессу в замкнутой системе. 2. По частотным характеристикам разомкнутой системы. 3. По частотным характеристикам замкнутой системы. 4. По корням характеристического уравнения замкнутой системы.
13.	Что дает введение интеграла в закон регулирования?	1. Увеличивает запас устойчивости. 2. Повышает быстродействие. 3. Повышает статическую точность системы. 4. Уменьшает перерегулирование.
14.	Какой из перечисленных способов повышения точности системы неверный?	1. Повышение коэффициента усиления системы. 2. Увеличение времени запаздывания по регулируемому каналу. 3. Повышение порядка астатизма путем введения изодромного элемента. 4. Введение производной в закон регулирования.
15.	Для оценки качества каких систем не подходит интегральный критерий I_1 ?	1. Имеющих колебательную переходную характеристику 2. Имеющих апериодическую переходную характеристику 3. Имеющих экспоненциальную переходную характеристику 4. Имеющих монотонно нарастающую переходную характеристику
16.	Какой из перечисленных показателей качества не относится к прямым показателям качества управления?	1. Перерегулирование. 2. Установившееся рассогласование. 3. Степень затухания. 4. Запас устойчивости по амплитуде.
17.	Сколько настроечных параметров имеет ПД-регулятор?	1. Один. 2. Два. 3. Три.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. Четыре.
18.	В каком случае замкнутая система согласно критерию Гурвица является устойчивой?	1. Когда определитель Гурвица отрицателен. 2. Когда все диагональные миноры определителя Гурвица отрицательны. 3. Когда все диагональные миноры определителя Гурвица положительны. 4. Когда хотя бы один диагональный минор определителя Гурвица отрицателен.
19.	Какое техническое устройство выполняет функции регулятора в системах с непосредственным цифровым управлением?	1. Исполнительное устройство 2. Контроллер 3. Регулирующий орган 4. Аналоговый регулятор
20.	Какой математической операцией заменяется интегрирование в ПИ - регуляторе при формировании его цифрового аналога?	1. Умножением 2. Делением 3. Суммированием 4. Операцией получения первой разности

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Как называется система автоматического управления, у которой задающее воздействие меняется с течением времени по заданному графику?	1. Стабилизирующая. 2. Программная. 3. Следящая. 4. Случайная.
2.	Какие элементы системы управления воздействуют непосредственно на объект управления?	1. Датчики. 2. Исполнительные механизмы. 3. Элементы сравнения. 4. Регулирующие органы.
3.	Как называются устройства, которые вводятся в систему автоматического управления для придания ей определенных динамических качеств?	1. Исполнительные устройства. 2. Компенсаторы возмущения. 3. Усилительные устройства. 4. Корректирующие устройства
4.	Какое типовое воздействие нужно подать на вход звена, чтобы получить переходную характеристику?	1. Единичное ступенчатое воздействие. 2. Синусоидальное воздействие. 3. Линейно нарастающее воздействие. 4. Гармоническое воздействие.
5.	Какая из представленных функций описывает статические свойства системы управления и ее элементов?	1. Передаточная функция. 2. Дифференциальное уравнение. 3. Операторное уравнение. 4. Уравнение статики.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
6.	Единичное ступенчатое воздействие математически описывается:	1. Функцией Дирака. 2. Функцией Хэвисайда. 3. Функцией Найквиста. 4. Функцией Падэ.
7.	Какой критерий устойчивости является частотным?	1. Критерий Стодола. 2. Критерий Гурвица. 3. Критерий Найквиста. 4. Критерий Рауса.
8.	Когда система автоматического регулирования является устойчивой по корням характеристического уравнения?	1. Все корни не имеют мнимых частей. 2. Вещественные части всех корней характеристического уравнения системы отрицательны. 3. Вещественные части всех корней характеристического уравнения системы положительны. 4. Хотя бы один корень имеет положительную вещественную часть.
9.	Для линейных систем какого порядка критерий Гурвица является необходимым и достаточным?	1. Для систем любого порядка. 2. Только для систем третьего порядка. 3. Только для систем второго порядка. 4. Только для систем первого порядка.
10.	По каким исходным данным осуществляется расчет устойчивости замкнутой линейной системы по критерию Найквиста?	1. По характеристическому уравнению замкнутой системы. 2. По характеристическому уравнению разомкнутой системы. 3. По амплитудной частотной характеристике разомкнутой системы. 4. По логарифмическим частотным характеристикам замкнутой системы.
11.	Какой из перечисленных показателей качества характеризует быстродействие системы?	1. Перерегулирование. 2. Установившееся рассогласование. 3. Степень затухания. 4. Время регулирования.
12.	Каким образом определяются корневые показатели качества управления?	1. Непосредственно по переходному процессу в замкнутой системе. 2. По частотным характеристикам разомкнутой системы. 3. По частотным характеристикам замкнутой системы. 4. По корням характеристического уравнения замкнутой системы.
13.	Что дает введение интеграла в закон регулирования?	1. Увеличивает запас устойчивости. 2. Повышает быстродействие.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		3. Повышает статическую точность. 4. Уменьшает перерегулирование.
14.	Каким образом определяются запасы устойчивости?	1. По переходному процессу в замкнутой системе. 2. По частотным характеристикам разомкнутой системы. 3. По частотным характеристикам замкнутой системы. 4. По корням характеристического уравнения замкнутой системы.
15.	Какой из перечисленных показателей качества относится к прямым показателям качества управления?	1. Корневой показатель колебательности. 2. Установившееся рассогласование. 3. Запас устойчивости по фазе. 4. Запас устойчивости по амплитуде.
16.	Какие элементы системы управления выполняют измерительные и преобразовательные функции?	1. Датчики. 2. Исполнительные механизмы. 3. Элементы сравнения. 4. Регулирующие органы.
17.	Сколько настроечных параметров имеет ПИД-регулятор?	1. Один. 2. Два. 3. Три. 4. Четыре.
18.	В каком случае замкнутая система согласно критерию Гурвица является устойчивой?	1. Когда определитель Гурвица отрицателен. 2. Когда все диагональные миноры определителя Гурвица отрицательны. 3. Когда все диагональные миноры определителя Гурвица положительны. 4. Когда хотя бы один диагональный минор определителя Гурвица отрицателен.
19.	Какое техническое устройство выполняет функции регулятора в системах с непосредственным цифровым управлением?	1. Исполнительное устройство 2. Контроллер 3. Регулирующий орган 4. Аналоговый регулятор
20.	Какой математической операцией заменяется дифференцирование в ПД - регуляторе при формировании его цифрового аналога?	1. Умножением 2. Делением 3. Суммированием 4. Операцией получения первой разности

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Как называется система автоматиче-	1. Стабилизирующая.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	ского управления, у которой задающее воздействие меняется случайным образом?	2. Программная. 3. Следящая. 4. Случайная.
2.	Какие элементы системы управления выполняют измерительные и преобразовательные функции?	1. Датчики. 2. Исполнительные механизмы. 3. Элементы сравнения. 4. Регулирующие органы.
3.	Как называются устройства, которые вводятся в систему автоматического управления для придания ей определенных динамических качеств?	1. Исполнительные устройства. 2. Компенсаторы возмущения. 3. Усилительные устройства. 4. Корректирующие устройства
4.	Какое типовое воздействие нужно подать на вход звена, чтобы получить частотные характеристики?	1. Единичное ступенчатое воздействие. 2. Импульсное воздействие. 3. Линейно нарастающее воздействие. 4. Гармоническое воздействие.
5.	Какая из представленных функций описывает статические свойства системы управления и ее элементов?	1. Передаточная функция. 2. Дифференциальное уравнение. 3. Операторное уравнение. 4. Уравнение статики.
6.	Какой критерий устойчивости является необходимым, но недостаточным?	1. Критерий Стодола. 2. Критерий Гурвица. 3. Критерий Найквиста. 4. Критерий Рауса.
7.	Какой критерий устойчивости является частотным?	1. Критерий Стодола. 2. Критерий Гурвица. 3. Критерий Найквиста. 4. Критерий Рауса.
8.	В каком случае замкнутая система согласно критерию Гурвица является устойчивой?	1. Когда определитель Гурвица отрицателен. 2. Когда все диагональные миноры определителя Гурвица отрицательны. 3. Когда все диагональные миноры определителя Гурвица положительны. 4. Когда один диагональный минор определителя Гурвица отрицателен.
9.	Для линейных систем какого порядка критерий Найквиста является необходимым и достаточным?	1. Для систем любого порядка. 2. Только для систем третьего порядка. 3. Только для систем второго порядка. 4. Только для систем первого порядка.
10.	По каким исходным данным осуществляется расчет устойчивости замкнутой линейной системы по критерию Рауса?	1. По характеристическому уравнению замкнутой системы. 2. По характеристическому уравнению разомкнутой системы. 3. По амплитудной частотной характеристике разомкнутой системы. 4. По логарифмическим частотным характеристикам замкнутой системы.
11.	Какой из перечисленных показателей	1. Перерегулирование.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	качества характеризует быстродействие системы?	2. Установившееся рассогласование. 3. Степень затухания. 4. Время регулирования.
12.	Каким образом определяются интегральные показатели качества управления?	1. Непосредственно по переходному процессу в замкнутой системе. 2. По частотным характеристикам разомкнутой системы. 3. По частотным характеристикам замкнутой системы. 4. По корням характеристического уравнения замкнутой системы.
13.	Что дает введение интеграла в закон регулирования?	1. Увеличивает запас устойчивости. 2. Повышает быстродействие. 3. Повышает статическую точность. 4. Уменьшает перерегулирование.
14.	Каким образом определяется степень устойчивости?	1. По переходному процессу в замкнутой системе. 2. По частотным характеристикам разомкнутой системы. 3. По частотным характеристикам замкнутой системы. 4. По корням характеристического уравнения замкнутой системы.
15.	Какой из перечисленных показателей качества относится к прямым показателям качества управления?	1. Корневой показатель колебательности. 2. Установившееся рассогласование. 3. Запас устойчивости по фазе. 4. Запас устойчивости по амплитуде.
16.	Какой из перечисленных показателей качества характеризует статическую точность системы?	1. Перерегулирование. 2. Установившееся рассогласование. 3. Степень затухания. 4. Время регулирования.
17.	Сколько настроечных параметров имеет ПД-регулятор?	1. Один. 2. Два. 3. Три. 4. Четыре.
18.	В каком случае замкнутая система согласно критерию Рауса является устойчивой?	1. Когда коэффициенты первого столбца таблицы Рауса не меняют знак. 2. Когда коэффициенты первого столбца таблицы Рауса меняют знак. 3. Когда коэффициенты второго столбца таблицы Рауса не меняют знак. 4. Когда коэффициенты второго столбца таблицы Рауса меняют знак.
19.	Какое техническое устройство выполняет функции регулятора в системах с непосредственным цифровым управ-	1. Исполнительное устройство 2. Контроллер 3. Регулирующий орган

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	лением?	4. Аналоговый регулятор
20.	Какой математической операцией заменяется дифференцирование в ПИД - регуляторе при формировании его цифрового аналога?	1. Умножением 2. Делением 3. Суммированием 4. Операцией получения первой разности

6.5. 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 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 предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных 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
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.6. Примерные вопросы для проведения аттестации в форме дифференцированного зачета

1. Какие типы промышленных ОУ существуют?

2. Назовите типовые линейные алгоритмы управления, укажите их передаточные функции, их особенности.
3. Почему параметры регулятора рассчитываются по характеристикам регулирующего канала объекта управления?
4. Из каких условий выбирается компенсатор возмущения в комбинированной системе?
5. Какой объект называется многомерным?
6. Что называют связанным и несвязанным регулированием? Какими достоинствами и недостатками они обладают?
7. Какие системы автоматического регулирования относятся к существенно нелинейным?
8. Какими специфическими особенностями обладают нелинейные системы в отличие от линейных?
9. В чем состоит сущность исследования систем методом фазовой плоскости?
10. Назовите типовые фазовые траектории и укажите, каким переходным процессам они соответствуют?
11. В чем состоит сущность метода гармонической линеаризации, какие ограничения принимаются при его использовании?
12. Какая система называется адаптивной?
13. Что является специфической особенностью адаптивных систем?
14. Какая система называется самонастраивающейся?
15. Какая система называется самоорганизующейся?
16. Что называется функцией принадлежности?
17. Дайте определение нечеткому множеству. Какова форма его изображения?
18. Запишите операторы для фаззи-логической конъюнкции и фаззи-логической дизъюнкции.
19. Что такое логическая импликация?
20. Что такое фаззификация и дефаззификация?

6.7. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированный зачет)

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 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 предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий

Оценка			
«2» (неудовлетворитель- но)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освое- ния	Продвинутый уровень освое- ния
	«3» (удовлетвори- тельно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Большинство преду- смотренных програм- мой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обуче- ния задания выпол- нены удовлетвори- тельно	Предусмотрен- ные программой обучения задания успешно выпол- нены	Предусмотрен- ные программой обучения задания успешно выпол- нены

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Организация самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа студентов - обязательная и неотъемлемая часть учебной работы студента по данной учебной дисциплине. Общие планируемые затраты времени на выполнение всех видов аудиторных и внеаудиторных заданий соответствуют бюджету времени работы студентов, предусмотренному учебным планом по дисциплине в текущем семестре.

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Лабораторной работе и самостоятельному изучению материала, как правило, предшествует лекция. На лекции даются указания по организации самостоятельной работы, подготовки к лабораторным занятиям.

Виды самостоятельной работы студентов:

№ раздела (темы) дисциплины	Виды работ	Контроль выполнения самостоятельной работы студента	Оценка результата выполнения самостоятельной работы
Освоение и закрепление знаний теоретического материала			
1 - 10	Изучение тем каждого раздела дисциплины по лекциям и рекомендованной литературе. Ответы на вопросы по теме, тесты для самоконтроля.	Устный, письменный, в том числе, тестовый контроль.	Оценка текущей успеваемости.
Применение полученных знаний, умений и практических навыков			
1 - 10	Выполнение курсовой работы.	Защита курсовой работы	Оценка текущей успеваемости.

7.2. Работа с книгой

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и их выводы. Рекомендуется вникать в сущность того или иного вопроса, но не пытаться запомнить отдельные факты и явления. Изучение любого вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки основных теорем и определений, математические зависимости и их выводы и т.п. Весьма целесообразно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги и глоссарию (словарю терминов). Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к зачетам и экзамену.

7.3. Консультации

Изучение дисциплины проходит под руководством преподавателя на базе делового сотрудничества. В случае затруднений, возникающих при изучении учебной дисциплины, студентам следует обращаться за консультацией к преподавателю, реализуя различные коммуникационные возможности: очные консультации (непосредственно в университете в часы приема преподавателя), заочные консультации (посредством электронной почты).

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

8.1. Литература по дисциплине

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания	Электронный ресурс (ссылка)
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. — 464 с.	https://e.lanbook.com/book/90161
2.	Теория автоматического регулирования [Электронный ресурс] / Глазырин Г.В. - Новосибир.:НГТУ, 2014. - 168 с.	http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=558731
Дополнительная литература		
3.	Теория автоматического управления. Линейные системы [Электронный ресурс]: лаб. практикум / С. В. Стороженко, О. М. Большунова. - СПб. : Горн. ун-т, 2012. - 55 с.	<a href="http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=6%D0%9F2%2E15%2F%D0%A1%2082%2D100106758<.>">http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=6%D0%9F2%2E15%2F%D0%A1%2082%2D100106758<.>
4.	Теория автоматического управления. Синтез САУ горного производства с использованием ЭВМ [Электронный ресурс]: метод. разработка к курсовой работе для студентов всех форм обучения специальности 180400 / сост.: Р. М. Проскураков, С. В. Стороженко, В. И. Маларев. - СПб. : Горн. ун-т, 2001. - 57 с. : рис., схемы. - Библиогр.: с. 52 (9 назв.).	<a href="http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2">http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания	Электронный ресурс (ссылка)
		085974%2F%D0%A2%2033%2D571654659<.>
5.	Борисевич, А. В. Теория автоматического управления: элементарное введение с применением MATLAB [Электронный ресурс] / А. В. Борисевич. - М.: Инфра-М, 2014. - 200 с.	http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=470329

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

В курсе дисциплины «Теория автоматического управления» используются следующие информационные технологии: сопровождение лекционных занятий видеоматериалами (видеофильмы, компьютерные презентации); компьютерные системы обработки исходных данных, автоматизированные системы расчета и моделирования сложных систем автоматического управления и др.:

- **программное обеспечение:** Microsoft Office.

- **базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:**

1. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс]. <http://ivo.garant.ru/#/startpage:1>

2. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. <http://www.consultant.ru/>

3. ЭБС издательского центра «Лань». <https://e.lanbook.com/>

4. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

5. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>

8.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине
2. Методические указания по выполнению курсовой работы
3. Методические указания для подготовки к лабораторным работам

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. 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.

Аудитории для проведения лекционных занятий (Учебный центр №2):

52 посадочных места

Оснащенность: Стол аудиторный – 26 шт., стул аудиторный – 52 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 5 шт., ИБП Protection Station 800 USB DIN – 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., стойка мобильная – 1 шт., экран SCM-16904 Champion – 1 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.

Аудитории для проведения практических занятий (Учебный центр №2):

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.

Аудитории для проведения лабораторных занятий (Учебный центр №2):

17 посадочных мест

Оснащенность: 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.

9.2. Помещения для самостоятельной работы (Учебный центр №2):

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, 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 ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

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.

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)

9.3. 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

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

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint

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: 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

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 .

9.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional.

2. Microsoft Office 2007 Standard.

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