

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.О.17 Теория автоматического управления

Учебный план: _____ ФГОС3++b270304-2_22-14.plx

Кафедра: Информационно-измерительных технологий и систем управления

Направление подготовки:
(специальность) 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль подготовки: Системы и средства автоматизации технологических процессов
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
3	УП	17	34	56,75	0,25	Зачет
	РПД	17	34	56,75	0,25	
4	УП	17	34	56,75	0,25	Зачет, Курсовая работа
	РПД	17	34	56,75	0,25	
5	УП	17	34	57	36	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	17	34	57	36	
Итого	УП	51	102	170,5	36,5	
	РПД	51	102	170,5	36,5	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31.07.2020 г. № 871

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Ремизова И.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой информационно-измерительных технологий и систем управления

Сидельников В.И.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сидельников В.И.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области основ теории автоматического управления, необходимых для исследования и проектирования систем и средств автоматизации и управления.

1.2 Задачи дисциплины:

- освоить принципы функционирования и построения математических моделей объектов и систем непрерывного и дискретного управления;
- сформировать у студентов современное представление о технических средствах САУ;
- развить у студентов навыки самостоятельно решать конкретные технологические и проектные задачи;
- дать необходимые знания для освоения способов синтеза САУ и научить обоснованно выбирать их;
- познакомить с современными методами анализа и синтеза динамических систем с использованием типовых пакетов прикладных программ;
- усвоить основные положения современной теории оптимального и адаптивного управления.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Основы оптимизации в АСУ ТП

Технологические измерения и приборы

Метрология и измерительная техника

Учебная практика, ознакомительная практика

Технологические процессы и оборудование ЦБП как объекты автоматизации

Программные средства обработки информации для АСУ ТП

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-3: Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности
Знать: знать основные принципы и схемы автоматического управления; основные типы систем автоматического управления, их математическое описание и основные задачи исследования; содержание и методы теории линейных и нелинейных систем; современные методы синтеза оптимальных и адаптивных систем.
Уметь: оставлять математические модели систем; строить частотные и временные характеристики; анализировать устойчивость и качество линейных и нелинейных САУ; методами расчета и исследования систем автоматического управления на базе современной вычислительной техники и средств автоматизации исследований.
Владеть: методами математического моделирования сложных динамических процессов и объектов управления приемами преобразования структурных схем систем управления; методами исследования линейных и нелинейных систем управления; методами синтеза систем управления.
ОПК-7: Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления
Знать: основные принципы автоматизированного управления; основы анализа объектов управления; основные алгоритмы контроля и управления, обеспечивающие оптимальное функционирование АСУ ТП.
Уметь: уметь применять полученные знания при использовании алгоритмов управления; самостоятельно применять основные положения теории к решению конкретных задач по автоматизированному управлению технологическими процессами; осуществлять выбор и расчет технических средств автоматики, используемых в системах управления.
Владеть: методами разработки алгоритмов контроля и управления для технологических процессов с различными уровнями автоматизации; умением проводить расчет настроек непрерывных и дискретных регуляторов; программными продуктами для моделирования систем автоматического управления.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Общая характеристика и основные понятия теории управления	3					О
Тема 1. Основные понятия и определения Основные понятия и определения теории автоматического управления. Терминология и стандарты. Общая характеристика различных видов математического описания автоматических систем. Классификация систем управления. История появления и развития автоматических систем.		2	5	9	ИЛ	
Тема 2. Общая характеристика автоматического управления Статические свойства систем автоматического управления (проблема точности). Роль обратной связи. Основные принципы автоматического управления: регулирование по отклонению и по возмущению. Физика процессов в замкнутых системах. Общая структура замкнутой САУ.		3	6	9,75		
Раздел 2. Математическое описание СУ						
Тема 3. Математическое моделирование Виды математического описания непрерывных систем. Математические модели и преобразование Лапласа в задачах теории управления. Частотные характеристики динамических систем. Логарифмические частотные характеристики типовых соединений звеньев. Математические модели динамических систем в форме переменных состояния.		3	5	9		О
Тема 4. Типовые динамические звенья Звенья систем и их характеристики. Понятие типового динамического звена. Виды динамических звеньев, особые динамические звенья, понятие переходного процесса, передаточная функция звена, операторная форма записи законов регулирования.		3	6	10		
Раздел 3. Анализ одномерных САУ						О

Тема 5. Способы соединения типовых динамических звеньев. Последовательное, параллельное и комбинированное соединения типовых динамических звеньев. Понятие обратной связи. Правила преобразования структурных схем.		3	6	9		
Тема 6. Анализ систем управления Передаточные функции соединений звеньев. Передаточные функции замкнутых систем управления. Матрично-топологические преобразования структурных схем. Частотные характеристики замкнутой САУ.		3	6	10		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	56,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
Раздел 4. Устойчивость САУ	4					О
Тема 7. Показатели качества управления Установившийся режим работы системы. Переходный режим работы системы. Прямые показатели качества. Корневые критерии качества. Частотные критерии качества. Интегральные показатели качества.		2	5	9	ИЛ	
Тема 8. Критерии устойчивости Понятие об устойчивости и качестве систем автоматического управления (контроля и регулирования). Понятие орбитальной устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости.		3	6	9,75		
Раздел 5. Синтез линейных САУ						
Тема 9. Коррекция свойств САУ Виды коррекции. Корректирующие звенья последовательного типа. Корректирующие звенья параллельного типа. Способы увеличения запасов устойчивости систем управления.		3	5	9		
Тема 10. Алгоритмы управления Понятие типового алгоритма управления. Классификация типовых алгоритмов управления. Выбор алгоритма управления. ПИ-регулятор. ПИ-регулятор. ПИД-регулятор. И-регулятор. ПИД-регулятор. Методы расчета настроек регуляторов.		3	6	10		

Раздел 6. Дискретные системы					
Тема 11. Импульсные системы Понятия об импульсных САУ. Математическое представление дискретных САУ. Z-преобразования. Структурные схемы и передаточные функции. Синтез дискретных систем. Устойчивость импульсных систем.		3	6	9	
Тема 12. Цифровые системы Общие сведения о цифровых системах. Дискретные алгоритмы управления и дискретная коррекция. Аналого-цифровые преобразователи. Цифро-аналоговые преобразователи. Синтез систем управления с ЦВМ.		3	6	10	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	56,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет, Курсовая работа)		0,25			
Раздел 7. Нелинейные системы					
Тема 13. Составление уравнений нелинейных систем Основные понятия и определения. Методы линеаризации нелинейных систем. Исследование нелинейных систем. Фазовая плоскость. Фазовая траектория Статические характеристики нелинейных элементов.		2	5	9	ИЛ
Тема 14. Исследование нелинейных систем Фазовые траектории и методы точечных преобразований. Теоремы прямого метода Ляпунова и их применение. Критерий абсолютной устойчивости. В.М. Попова. Гармоническая линеаризация нелинейностей. Автоколебания. Метод Л.С.Гольдфарба.	5	3	6	10	
Раздел 8. Оптимальные системы					
Тема 15. Исследование оптимальных систем Метод классического вариационного исчисления. Принцип максимума Л. С. Понтрягина: математическая формулировка, физическое содержание и область целесообразного использования. Метод динамического программирования Р. Беллмана. Область целесообразного использования метода.		3	5	9	

Тема 16. Принципы построения оптимальных систем Математическая формулировка задачи синтеза оптимального по быстродействию управления. Теорема А. А. Фельдбаума об «n интервалах» оптимального управления. Синтез закона оптимального управления в разомкнутой форме. Методы расчета моментов переключений реле. Метод «стыковки» решений. Квазиоптимальное управление. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов.	3	6	10		
Раздел 9. Адаптивные системы					
Тема 17. Общие сведения об адаптивных системах Принцип адаптации в природе и технике. Биокибернетические принципы построения адаптивных систем. Основы классификации адаптивных систем: самонастраивающиеся, самоорганизующиеся и самообучающиеся системы.	3	6	9		
Тема 18. Принципы построения адаптивных систем Критерии адаптации систем. Функциональные схемы и основные элементы самонастраивающихся систем. Принципы построения самонастраивающихся систем по сигналам внешних воздействий и по динамическим характеристикам объектов. Системы с вычислителем параметров. Системы с моделями динамических характеристик.	3	6	10		0
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	34	57		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)		2,5	33,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		156	204		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Цель – изучить заданный технологический процесс производства и получить практические навыки расчета автоматизированных систем управления технологическим процессом.

Задачи – закрепить полученные знания по выбору алгоритма управления и расчету настроек регуляторов, а также исследовать возможности системы при различных законах регулирования.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Тематика курсовой работы (4 семестр)

Примерная тематика курсовой работы: «Анализ системы автоматического регулирования технологического параметра». Конкретный вид технологического параметра и исходные данные о технологическом процессе, к которому относится параметр, указываются в индивидуальном задании.

Тематика курсовой работы (5 семестр)

Примерная тематика курсовой работы: «Синтез дискретной системы автоматического регулирования технологического параметра». Конкретный вид технологического параметра и исходные данные о

технологическом процессе, к которому относится параметр, указываются в индивидуальном задании.

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Работы выполняются индивидуально, с использованием лабораторного оборудования университета, методических указаний по курсовому проектированию и литературы, рекомендуемой для изучения данной дисциплины.

Результаты представляются в виде отчета, объемом не менее 30 листов формата А4 (приложения в указанный объем не входят), содержащего следующие обязательные элементы:

- Титульный лист.
- Задание на курсовую работу.
- Оглавление.
- Введение.
- Основная часть.
- Заключение.
- Список литературы.
- Приложение.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-3	1. Излагает принципы и схемы автоматического управления 2. Демонстрирует умение применять расчеты и исследования систем автоматического управления на базе современной вычислительной техники и средств автоматизации исследований 3. Использует методы исследования линейных и нелинейных систем управления для решения практических задач	1. Вопросы устного собеседования 2. Практико-ориентированные задания 3. Курсовая работа
ОПК-7	1. Излагает базовые законы теории автоматического управления и имеет представление об алгоритмах управления 2. Демонстрирует применение базовых законов к решению задач 3. Использует теоретические знания по автоматизации для решения практических задач.	1. Вопросы устного собеседования 2. Практико-ориентированные задания 3. Курсовая работа

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных законов и критериев, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных законов и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемого процесса. Даны исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки.
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных законов и	Работа выполнена в необходимом объеме при отсутствии ошибок, что

	<p>критериев, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя. Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.</p>	<p>свидетельствует о самостоятельности при работе с источниками информации. Полученные результаты связаны с базовыми понятиями профессиональной области. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы, или нарушены сроки предоставления работы к защите.</p>
3 (удовлетворительно)	<p>Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать законы и критерии, понятия и определения, но при этом, допуская большое количество непринципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя. Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Знает размерности физических величин, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.</p>	<p>Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием</p>
2 (неудовлетворительно)	<p>Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные законы и критерии; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека. Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания</p>	<p>Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора.</p>
Зачтено	<p>Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных законов и критериев, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных физических законов и их значение для</p>	

	последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в использовании учебного материала.	
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные законы; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 3	
1	Частотные характеристики замкнутой САУ
2	Матрично-топологические преобразования структурных схем
3	Передаточные функции замкнутых систем управления
4	Передаточные функции соединений звеньев
5	Последовательное, параллельное и комбинированное соединения типовых динамических звеньев
6	Правила преобразования структурных схем
7	Основные способы соединения звеньев
8	Особые звенья
9	Изодромное звено
10	Интегрирующее звено
11	Форсирующее звено
12	Дифференцирующие звенья
13	Колебательное звено
14	Инерционное звено первого порядка
15	Динамические свойства звеньев систем управления
16	Математические модели динамических систем в форме переменных состояния
17	Логарифмические частотные характеристики
18	Математические модели и преобразование Лапласа
19	Формы записи дифференциальных уравнений САУ
20	Общая структура замкнутой САУ
21	Понятие обратной связи
22	Частотные характеристики
23	Характеристики элементов и систем
24	Классификация САУ
25	Типовая функциональная схема СУ
26	Принципы управления
27	Основные понятия и определения
28	История развития теории управления
Семестр 4	
29	Синтез систем управления с ЦВМ
30	Цифро-аналоговые преобразователи.
31	Аналого-цифровые преобразователи.
32	Дискретные алгоритмы управления и дискретная коррекция.
33	Общие сведения о цифровых системах.
34	Устойчивость импульсных систем.
35	Синтез дискретных систем.
36	Z-преобразования.
37	Математическое представление дискретных САУ.

38	Понятия об импульсных САУ.
39	Методы расчета настроек регуляторов
40	ПИД-регулятор
41	ПД-регулятор
42	ПИ-регулятор
43	Выбор алгоритма управления
44	Классификация типовых алгоритмов управления
45	Способы увеличения запасов устойчивости систем управления
46	Корректирующие звенья параллельного типа
47	Корректирующие звенья последовательного типа
48	Корректирующие устройства. Виды коррекции
49	Критерий устойчивости Найквиста
50	Критерии устойчивости Михайлова
51	Критерий устойчивости Рауса
52	Критерий устойчивости Гурвица
53	Понятие орбитальной устойчивости
54	Понятие об устойчивости и качестве систем автоматического управления
55	Основные понятия теории устойчивости
56	Частотные показатели качества
57	Интегральные показатели качества
58	Переходный режим работы системы
59	Прямые показатели качества управления
Семестр 5	
60	Системы с моделями динамических характеристик.
61	Системы с вычислителем параметров.
62	Принципы построения самонастраивающихся систем по сигналам внешних воздействий и по динамическим характеристикам объектов.
63	Функциональные схемы и основные элементы самонастраивающихся систем.
64	Критерии адаптации систем.
65	Основы классификации адаптивных систем: самонастраивающиеся, самоорганизующиеся и самообучающиеся системы.
66	Биокибернетические принципы построения адаптивных систем.
67	Принцип адаптации в природе и технике.
68	Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов
69	Квазиоптимальное управление.
70	Метод «стыковки» решений.
71	Методы расчета моментов переключений реле.
72	Синтез закона оптимального управления в разомкнутой форме.
73	Теорема А. А. Фельдбаума об «n интервалах» оптимального управления
74	Математическая формулировка задачи синтеза оптимального по быстродействию управления.
75	Автоколебания. Метод Л.С.Гольдфарба.
76	Гармоническая линеаризация нелинейностей.
77	Критерий абсолютной устойчивости. В.М. Попова.
78	Фазовые траектории и методы точечных преобразований.
79	Статические характеристики нелинейных элементов
80	Фазовая плоскость. Фазовая траектория
81	Исследование нелинейных систем.
82	Методы линеаризации нелинейных систем.
83	Основные понятия и определения.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Построить Годограф (АФЧХ) и ЛАФЧХ для форсирующего звена;
2. Синтезировать статический (пропорциональный) закон управления, если передаточная функция объекта управления имеет вид апериодического звена с запаздыванием.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная + Письменная + Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором; запрещено пользоваться сотовым телефоном и подобными устройствами.
- Время на подготовку ответа по билету 40 минут.
- Время, на защиту курсовой работы 15 мин.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
В.Н. Леонтьев	Анализ систем автоматического управления [Текст]. Ч.2.: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГУРП	2014	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/6.pdf
Егоркин, О. В., Назарова, Н. В.	Теория автоматического управления	Саратов: Вузовское образование	2018	http://www.iprbooks.hop.ru/73607.html
Юревич Е.И.	Теория автоматического управления	Санкт-Петербург: БХВ-Петербург	2016	https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=353580
В.Н. Леонтьев	Анализ систем автоматического управления [Текст]. Ч.1.: учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГУРП. – СПб.: СПбГУРП	2014	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/5.pdf
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Энтин В. Я.	Теория автоматического управления. Синтез систем автоматического регулирования технологических процессов	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2017	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017702
Энтин В. Я.	Теория автоматического управления. Упражнения, задачи, тесты	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2016	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3465

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Б-411	Лабораторные стенды - исследование термометров электрического сопротивления, мультимедийное оборудование.
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска