

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета

Ю.В. Машин

«17» 06 2022 г.

Регистрационный № УД-20301/15. ПД.25/р

ОСНОВЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль) Информационные системы и технологии
неразрушающего контроля и диагностики

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	5
Лекции, часы	16
Лабораторные занятия, часы	16
Практические занятия, часы	16
Зачет, семестр	5
Контактная работа по учебным занятиям, часы	48
Самостоятельная работа	60
Всего часов / зачетных единиц	108/3

Кафедра – разработчик программы: «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

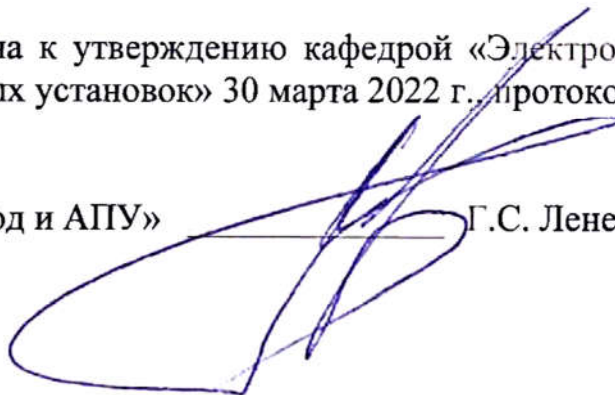
Составитель: О.В. Обидина, к.ф.м.н, доцент

Могилев, 2022

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение №945 от 19.09.2017 г., учебным планом рег. № 120301-4 от 30.08.2021 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок» 30 марта 2022 г., протокол № 9.

Зав. кафедрой «Электропривод и АПУ» _____ Г.С. Леневский



Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета

«15» июня 2022 г., протокол № 7

Зам. председателя
Научно-методического совета

_____ С.А. Сухоцкий



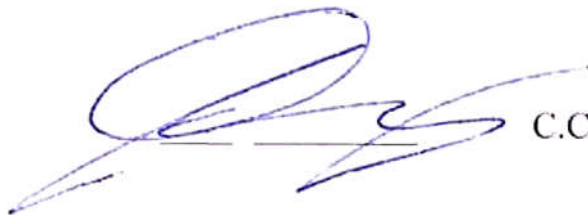
Рецензент:

А.В. Яровой, главный инженер УЧПП «Инвестпрограмма»

Рабочая программа согласована:

Зав. кафедрой «Физические
методы контроля»

_____ С.С. Сергеев

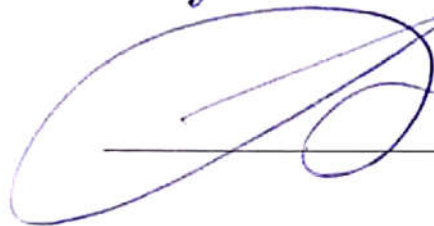


Ведущий библиотекарь

_____ И.С. Шустова

Начальник учебно-методического
отдела

_____ В.А. Кемова



1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Основной целью преподавания дисциплины является получение студентами навыков самостоятельного применения основных положений теории автоматического управления для решения конкретных задач исследования и проектирования систем автоматического управления (САУ).

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен знать:

- функциональные схемы САУ;
- математические модели САУ;
- динамические характеристики САУ;
- понятие устойчивости и качества процессов управления;
- современные методы анализа и синтеза САУ с использованием ЭВМ.

уметь:

- применять теоретические знания на практике (уметь строить функциональные схемы и рассчитывать математические модели САУ).

владеть:

- навыками работы с математическим программным обеспечением Mathcad;
- навыками получения и анализа динамических характеристик и устойчивости САУ.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина «Основы автоматического управления» относится к блоку 1 «Дисциплины (модули)», «Обязательная часть Блока 1».

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- «Математика»;
- «Теория электрических цепей».

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- «Основы проектирования приборов и систем»,
- «Учебно-исследовательская работа студентов».

Кроме того, результаты, полученные при изучении дисциплины на лекциях, лабораторных и практических занятиях, будут применены при прохождении производственно-технологической практики №2 и преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения.

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Введение. Классификация САУ.	Содержание и задачи курса. Связь теории автоматического управления с другими дисциплинами специальности. Исторический путь развития теории автоматического управления. Основные понятия и определения. Основные принципы регулирования. Функциональные и структурные схемы САУ. Примеры технического и	ОПК-1
2	Математическое описание линейных систем.	Математическое описание систем управления. Понятие о моделировании. Типовые воздействия в автоматике. Преобразование Лапласа, его свойства. Операторный метод. Понятие о передаточной функции и переходной характеристике.	ОПК-1
3	Частотные характеристики.	Преобразование Фурье. Частотные характеристики: АЧХ, ФЧХ, АФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ. Связь частотных характеристик с передаточными функциями. Использование Mathcad для расчета и построения частотных характеристик.	ОПК-1
4	Типовые динамические звенья.	Типовые динамические звенья: пропорциональное, инерционное, интегрирующее, дифференцирующее,	ОПК-1

		колебательное, запаздывающее, их переходные и частотные характеристики. Классификация звеньев.	
5	Системы автоматического управления и их математическое описание.	Структурные схемы и их преобразование. Технологическая система как комбинация типовых динамических звеньев.	ОПК-1
6	Устойчивость систем автоматического управления. Алгебраические критерии устойчивости.	Понятие об устойчивости. Метод Ляпунова: необходимое и достаточное условие устойчивости. Критерии устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости. Примеры применения.	ОПК-1
7	Устойчивость систем автоматического управления. Частотные критерии устойчивости.	Критерий Найквиста в обычной и логарифмической форме. Запасы устойчивости. Построение ЛЧХ для разомкнутых систем. Применение Mathcad для расчетов устойчивости.	ОПК-1
8	Критерии качества процесса управления.	Анализ и описание качества систем управления. Основные оценки точности в переходном и установившемся режимах. Прямые и косвенные оценки качества. Оценка качества по распределению корней характеристического уравнения. Степень устойчивости и ее связь с быстродействием системы. Применение Mathcad для построения переходной характеристики.	ОПК-1

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1									
1	Тема 1. Введение. Классификация САУ.	2	ПЗ №1. Преобразование Лапласа. Получение передаточных функций.	2	ЛР №1 Передаточные и переходные функции типовых динамических звеньев.	2	3	ЗЛР	5
2							3		

3	Тема 2. Математическое описание линейных систем.	2	ПЗ№2. Обратное преобразование Лапласа. Получение переходных функций.	2	ЛР №1 Передаточные и переходные функции типовых динамических звеньев.	2	3	ЗЛР	5
4							3		
5	Тема 3. Частотные характеристики.	2	ПЗ№3. Построение частотных характеристик.	2	Л.р. № 2 Частотные характеристики типовых динамических звеньев.	2	3	ЗЛР	5
6							3		
7	Тема 4. Типовые динамические звенья.	2	ПЗ№4. Построение частотных характеристик.	2	Л.р. № 2 Частотные характеристики типовых динамических звеньев.	2	3	ЗЛР КР ПКУ	5 10 30
8							3		
Модуль 2									
9	Тема 5. Системы автоматического управления и их математическое описание.	2	ПЗ№5. Составление и преобразование структурных схем.	2	Л.р. № 3 Устойчивость систем автоматического управления.	2	3	ЗЛР	5
10							3		
11	Тема 6. Устойчивость систем автоматического управления. Алгебраические критерии устойчивости.	2	ПЗ№6. Определение передаточных функций систем автоматического управления	2	Л.р. № 3 Устойчивость систем автоматического управления.	2	3	ЗЛР	5
12							3		
13	Тема 7. Устойчивость систем автоматического управления. Частотные критерии устойчивости.	2	ПЗ№7. Определение устойчивости по алгебраическим критериям.	2	Л.р. № 3 Устойчивость систем автоматического управления.	2	3	ЗЛР	5
14							3		
15	Тема 8. Критерии качества процесса управления.	2	ПЗ№8. Определение устойчивости по частотным критериям.	2	Л.р. № 3 Устойчивость систем автоматического управления.	2	3	ЗЛР КР ПКУ	5 10 30
16							3		
17							12	ПА (зачет)	40
	Итого	16		16		16	60		100

Принятые обозначения:

КР - контрольная работа;

ЗЛР - защита лабораторной работы;

ПКУ - промежуточный контроль успеваемости;

ПА - промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачет

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51-100	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	Тема № 5			4
2	Мультимедиа	Темы № 1-4, 6-8			30
3	С использованием ЭВМ			ЛР № 1 - 3.	34
4	Расчетные		ПЗ №1-8		16
	ИТОГО	16	16	16	68

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к зачету	1
2	Контрольные задания	1
3	Вопросы для самостоятельной подготовки для оценки знаний студентов при защите лабораторных работ	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<p><i>Компетенция ОПК-1:</i> способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения.</p>			
<p><i>ИОПК-1.8</i> способен проводить расчет и исследование систем автоматического управления на базе современной вычислительной техники и средств автоматизации исследований.</p>			
1	Пороговый уровень	<p>Знает основные понятия и определения систем управления.</p> <p>Знает способы соединения динамических звеньев, применяет способы преобразования структурных схем систем управления.</p>	<p>Владение основными понятиями “вход”, “выход”, “передаточная функция”, “переходная характеристика”.</p> <p>Умение выделять в структурной схеме последовательное, параллельное и встречно-параллельное соединение.</p> <p>Демонстрирование навыков преобразования структурных схем. Выполнение отчета по лабораторной работе.</p>
2	Продвинутый уровень	<p>Умеет классифицировать системы управления по различным признакам и определять используемый в системах принцип управления.</p> <p>Получает частотные характеристики и передаточные функции систем управления.</p>	<p>Способность анализировать признаки управления, классифицировать системы на разомкнутые, по возмущению, отклонению и комбинированные.</p> <p>Способность получать частотные характеристики с использованием Mathcad.</p> <p>Выполнение расчетов по определению передаточных функций САУ и определению их частотных характеристик.</p>

3	Высокий уровень	Владеет методиками расчета и проектирования систем управления. Производит оценку устойчивости и синтез линейных систем управления.	Выполнение расчета системы управления. Уверенное владение методиками оценки устойчивости системы по критерию Гурвица, Найквиста и логарифмическому. Формирование отчета по лабораторной работе с использованием Mathcad.
---	-----------------	---	--

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>Компетенция ОПК-1:</i> способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения	
Владение основными понятиями “вход”, “выход”, “передаточная функция”, “переходная характеристика”. Умение выделять в структурной схеме последовательное, параллельное и встречно-параллельное соединение. Демонстрирование навыков преобразования структурных схем. Выполнение отчета по лабораторной работе.	Вопросы для самостоятельной подготовки для оценки знаний студентов при защите лабораторных работ Контрольные задания.
Способность анализировать признаки управления, классифицировать системы на разомкнутые, по возмущению, отклонению и комбинированные. Способность получать частотные характеристики с использованием Mathcad. Выполнение расчетов по определению передаточных функций САУ и определению их частотных характеристик.	Вопросы для самостоятельной подготовки для оценки знаний студентов при защите лабораторных работ Контрольные задания.
Выполнение расчета системы управления. Уверенное владение методиками оценки устойчивости системы по критерию Гурвица, Михайлова, Найквиста и логарифмическому. Формирование отчета по лабораторной работе с использованием Mathcad.	Вопросы для самостоятельной подготовки для оценки знаний студентов при защите лабораторных работ Контрольные задания.

5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Лабораторные работы №1-2	
Устный опрос	5-4 балла - студент демонстрирует полное владение материалом, знаком с основной и дополнительной литературой по теме лабораторной работы. 3-1 балл - студент усвоил учебно-программный материал, но недостаточно четко и полно отвечает на вопросы. 0 баллов студент получает, если не владеет материалом по теме лабораторной работы.

5.4 Критерии оценки контрольных работ

10-8 баллов - студент правильно и обоснованно выбирает методику решения задания, четко поясняет методику решения поставленной задачи. Получает численные значения результатов расчета и дает их аргументированное обоснование, правильно использует научную терминологию.

8-6 баллов - студент правильно выбирает методику решения задания, получает численные значения результатов расчета, правильно использует научную терминологию, допускает отдельные неточности, которые не влияют на конечный результат расчета.

6-4 баллов - студент правильно выбирает методику решения задания, правильно, с обоснованием, но расчет выполнен с ошибками, допускает отдельные неточности.

4-2 балла - студент правильно выбирает методику решения задания, но с ошибками составил уравнения.

2-1 балл - студент имеет общее представление о выборе методики решения практического задания, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

0 баллов - студент сдал пустой лист ответа или на нем написаны только задания контрольной работы.

5.5 Критерии оценки зачета

На зачет вынесены один теоретический вопрос и три практических задания. Минимальное количество баллов на зачете - 15, максимальное - 40.

Каждый из вопросов билета оценивается положительной оценкой до 10 баллов, дополнительный вопрос оценивается положительной оценкой до 10 баллов. Дополнительный вопрос задается в случае получения студентом менее 15 баллов при ответе на билет, либо для повышения результирующей оценки за ответы по билету.

Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям.

Теоретический вопрос:

10 баллов - глубокое, систематизированное и полное изложение теоретического материала по всем разделам учебной программы, точное использование научной терминологии, умение обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, давать развернутый и четкий ответ, как на поставленный вопрос, так и на дополнительные вопросы, выходящие за пределы учебной программы.

9 баллов - глубокое, систематизированное и полное изложение теоретического материала по всем разделам учебной программы, точное использование научной терминологии, умение обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, дает развернутый и четкий ответ, как на поставленный вопрос, так и на дополнительные вопросы в объеме учебной программы.

8 баллов - глубокие, систематизированные и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы, точное использование научной терминологии, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы.

7 баллов - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью делать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы.

6 баллов - студент хорошо понимает пройденный материал, отвечает правильно, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера.

5 баллов - студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.

4 балла - студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа, не может ответить на дополнительные вопросы.

3 балла - в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

Ниже 3 баллов - студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

Практический вопрос:

10-8 баллов - студент правильно и обоснованно выбирает методику решения практического задания, четко поясняет методику решения поставленной задачи. Получает численные значения результатов расчета и дает их аргументированное обоснование, правильно использует научную терминологию.

8-6 баллов - студент правильно выбирает методику решения практического задания, получает численные значения результатов расчета, правильно использует научную терминологию, допускает отдельные неточности, которые не влияют на конечный результат расчета.

6-4 баллов - студент правильно выбирает методику решения практического задания, правильно, с обоснованием, но расчет выполнен с ошибками, допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы.

4-2 балла - студент правильно выбирает методику решения практического задания, но с ошибками составил уравнения и не может ответить на дополнительные вопросы.

Ниже 2 баллов - студент имеет общее представление о выборе методики решения практического задания, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов хранится на кафедре. Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Кол. экз.
1	Ким Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы: учебник и практикум для академ. бакалавриата / Д. П. Ким. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2017. — 311с. — (Бакалавр. Академический курс).	Рек. УМО ВО в качестве учебника и практикума для студ. вузов; Рек. УМО вузов РФ по образованию в обл. радиотехн., электроники, биомед. техники и автоматизации в качестве учебника для студ. вузов	5
2	Ким Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и	Рек. УМО ВО в качестве учебника и практикума для студ. вузов; Рек. УМО	5

	адаптивные системы: учебник и практикум для академ. бакалавриата / Д. П. Ким. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2017. — 441с. — (Бакалавр. Академический курс).	вузов РФ по образованию в обл. радиотехн., электроники, биомед. техники и автоматизации в качестве учебника для студ. вузов	
--	---	---	--

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Кол. экз.
1	Юревич Е. И. Теория автоматического управления: Учебник для вузов / Е. И. Юревич. - 3-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2007. - 560с.	Допущено Министерством образования и науки РФ	10
2	Корнеев Н. В. Теория автоматического управления с практикумом: Учебное пособие для вузов / Н. В. Корнеев, Ю. С. Кустарев, Ю. Я. Морговский. - М.: Академия, 2008. - 224с. - (Высшее профессиональное образование).	Допущено УМО РФ	15
3	Ротач В. Я. Теория автоматического управления: Учебник для вузов / В. Я. Ротач. - 4-е изд., стереот. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 400с.: ил.	Рекомендовано МО и науки РФ в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика)» направления подготовки «Автоматизированные технологии и производства»	10
4	Анхимюк В.Л. Проектирование систем автоматического управления электроприводами. -Мн.: Высшая школа, 1971 - 336 с. ил.	Допущено Министерством высшего и среднего образования БССР в качестве учебного пособия для энергетических специальностей вузов	23
5	Сборник задач по теории автоматического регулирования и	—	30

	управления /Под ред. Бесекерского В. А. - М.: Наука, 1978. - 408 с.		
6	Теория автоматического управления: Учебник / Под ред. Ю.М. Соломенцева. - М.: Высш. шк., 1999. - 268с.	Рекомендовано МО РФ	27
7	Анхимюк В.Л. Теория автоматического управления. -Мн.: Вышэйшая школа, 2002 - 352 с.: ил.	Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов электротехнических специальностей высших специальных заведений	5
8	Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. - Изд. 4е, перераб. и доп. -СПб, Изд-во «Профессия», 2003. -752 с.	—	9

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

- 1 Материалы образовательного математического сайта Exponenta.ru, сетевой адрес <http://www.exponenta.ru>
- 2 Материалы сайта "Единое окно доступа к образовательным ресурсам", сетевой адрес <http://window.edu.ru>

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в учебном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

- 1 Основы автоматического управления. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 12.03.01 «Приборостроение» (электронный вариант).
- 2 Основы автоматического управления. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов направления подготовки 12.03.01 «Приборостроение» (электронный вариант).

7.4.2 Информационные технологии

- Тема 1. Введение. Классификация САР.
Тема 2. Математическое описание линейных систем.
Тема 3. Частотные характеристики.

Тема 4. Типовые динамические звенья.

Тема 6. Устойчивость систем автоматического управления. Алгебраические критерии устойчивости.

Тема 7. Устойчивость систем автоматического управления. Частотные критерии устойчивости.

Тема 8. Критерии качества процесса управления.

7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе

Лицензионное программное обеспечение, используемое для проведения лабораторных занятий:

1. MS Word 2010,
2. PTC Mathcad 14.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «207/2», рег. № ПУЛ-4.503-207/2-21.