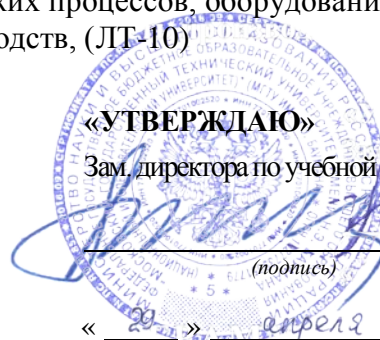


Факультет лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства
кафедра автоматизации технологических процессов, оборудования и безопасности
производств, (ЛТ-10)



«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. директора по учебной работе МФ, д.т.н.

Макуев В.А.

(подпись)

« 29 » апреля 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ»

Направление подготовки

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Направленность подготовки

Машины и оборудование лесного комплекса

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения – очная

Срок освоения – 4 года

Курс – IV

Семестр – 7

Трудоемкость дисциплины:	– <u>3</u> зачетные единицы
Всего часов	– <u>108</u> час.
Из них:	
Аудиторная работа	– <u>54</u> час.
Из них:	
лекций	– <u>18</u> час.
практических занятий	– <u>18</u> час.
Лабораторные работы	– <u>18</u> час.
Самостоятельная работа	– <u>54</u> час.
Формы промежуточной аттестации:	
Зачёт	– <u>7</u> семестр

Мытищи, 2019 г.

Рабочая программа составлена на основании ОПОП ВО, разработанной в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данному направлению подготовки, направленностью подготовки, нормативными документами Министерства науки и высшего образования, университета и локальными актами филиала.

Автор:

Доцент кафедры автоматизации
технологических процессов,
оборудования и безопасности
производств,
к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

А.В. Брюквин

(Ф.И.О.)

«28» февраля 2019 г.

Рецензент:

Профессор, д.т.н., кафедры
информационно-измерительные
системы и технологии
приборостроения ((К2-МФ)

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Ю.Т. Котов

(Ф.И.О.)

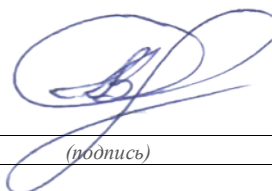
«28» февраля 2019 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «автоматизации технологических процессов, оборудования и безопасности производств» (ЛТ-10)

Протокол № 6 от «28» февраля 2019 г.

Профессор кафедры автоматизации
технологических процессов,
оборудования и безопасности
производств,
д.т.н., профессор

(ученая степень, ученое звание)



(подпись)

А.В. Сировов

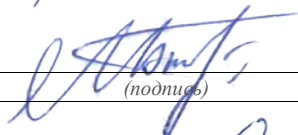
(Ф.И.О.)

Рабочая программа одобрена на заседании научно-методического совета факультета лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства

Протокол № 05/03-19 от «01» марта 2019 г.

Декан факультета, к.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)



(подпись)

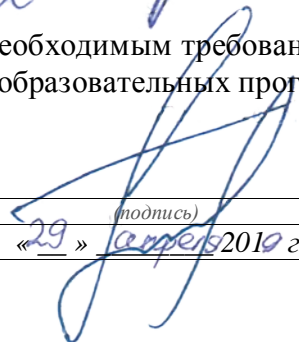
М.А. Быковский

(Ф.И.О.)

Рабочая программа соответствует всем необходимым требованиям, электронный вариант со всеми приложениями передан в отдел образовательных программ МФ (ООП МФ)

Начальник ООП МФ,
к.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)



(подпись)

А.А. Шевляков

(Ф.И.О.)

«29» января 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВЫПИСКА ИЗ ОПОП ВО	4
1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
1.1. Цель освоения дисциплины	5
1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы	5
1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ	7
3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
3.1. Тематический план	8
3.2. Учебно-методическое обеспечение для контактной работы обучающихся с преподавателем	8
3.2.1. Содержание разделов дисциплины, объем в лекционных часах	9
3.2.2. Практические занятия	10
3.2.3. Лабораторные работы	11
3.2.4. Инновационные формы учебных занятий	11
3.3. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	11
3.3.1. Расчетно-графические работы и домашние задания	12
3.3.2. Рефераты	12
3.3.3. Контрольные работы	13
3.3.4. Рубежный контроль	13
3.3.5. Другие виды самостоятельной работы	13
3.3.6. Курсовой проект или курсовая работа	13
4. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	14
4.1. Текущий контроль успеваемости обучающихся	14
4.2. Промежуточная аттестация обучающихся	14
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
5.1. Рекомендуемая литература	16
5.1.1. Основная и дополнительная литература	16
5.1.2. Учебные и учебно-методические пособия для подготовки к контактной работе обучающихся с преподавателем и для самостоятельной работы обучающихся	16
5.1.3. Нормативные документы	16
5.1.4. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и другие электронные информационные источники	16
5.2. Информационные технологии и другие средства, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	17
5.3. Раздаточный материал	17
5.4. Примерный перечень вопросов по дисциплине	17
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА	20
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	21
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ	24

Выписка из ОПОП ВО по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», направленности подготовки «Машины и оборудование лесного комплекса» для учебной дисциплины «Машины и оборудование лесного комплекса».

Индекс	Наименование дисциплины и ее основные разделы (дидактические единицы)	Всего часов
Б1.В.ДВ.09.02	<p>«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ»</p> <p>Основные понятия. Математические модели объектов и систем: модели «вход-выход», «вход-состояние-выход», передаточные функции, частотные характеристики, свертки. Анализ установившихся и переходных режимов. Методы анализа устойчивости линейных объектов и систем (корневые, частотные и алгебраические методы). Методы анализа и синтеза детерминированных систем. Методы анализа и синтеза стохастических систем. Методы анализа и синтеза дискретных и нелинейных систем управления.</p>	108

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

1.1. Цель освоения дисциплины

Дисциплина «Управление техническими системами» входит в вариативную блока Б1 обязательных дисциплин по подготовке кадров высшей квалификации по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Цель дисциплины состоит в освоении обучающимися теоретических знаний по основным разделам дисциплины и практическом применении их при решении прикладных задач для создания предпосылок успешного усвоения специальных дисциплин и обеспечения всесторонней технической подготовки будущих специалистов. Освоение дисциплины направлено на приобретение знаний, умений и навыков по современной теории управления для исследования, проектирования, производства, наладки и эксплуатации систем автоматического и автоматизированного управления.

1.2. Задачи дисциплины и компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности:

Научно-исследовательская деятельность:

- использование сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации из различных информационных источников (в том числе иностранных) для решения профессиональных задач анализа и синтеза систем управления;
- выполнение теоретических, лабораторных и натурных исследований и экспериментов для решения конкурентоспособных научно-исследовательских задач и составление практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований.

Проектно-конструкторская деятельность:

- анализ конструктивных особенностей объектов управления различного назначения по существующим методикам;
- математическое моделирование процессов и отдельных устройств на базе стандартных пакетов прикладных программ.

В соответствии с ООП ВПО по данной специальности и профилю подготовки процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций или их элементов:

Профессиональные компетенции:

- ПК-1– способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
- ПК-4 – способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности
- ПК-5- способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования

ЗНАТЬ:

- общие принципы построения систем управления – (ПК-1- ПК-4, ПК-5)
- способы получения математического описания систем управления – (ПК-1- ПК-4,)
- методы анализа и синтеза систем управления – (ПК-1- ПК-4, ПК-5)
- методы оптимизации законов управления – (ПК-1- ПК-4, ПК-5)

УМЕТЬ:

- произвести исследование объекта управления с целью получения его математического описания и условий передачи информации – (ПК-1- ПК-4, ПК-5)
- сформулировать задачи управления и составить исходные данные на проектирование (ПК-1- ПК-4, ПК-5)
- выполнить предварительный анализ статических и динамических характеристик системы – (ПК-1- ПК-4, ПК-5)
- произвести выбор оптимальных алгоритмов управления, исходя из требований к качеству системы – (ПК-1- ПК-4, ПК-5)

ВЛАДЕТЬ:

- частотными и алгебраическими методами анализа устойчивости и качества систем управления – (ПК-1- ПК-4, ПК-5)
- методами синтеза детерминированных и стохастических систем (ПК-1- ПК-4)
- методами получения математического описания элементов, составляющих систему и расчет их характеристик – (ПК-1- ПК-4, ПК-5)
- приемами осуществления статических и динамических расчетов систем с учетом реальных характеристик элементов, составляющих систему – (ПК-1- ПК-4, ПК-5)

1.3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина «Управление техническими системами» входит в базовую часть обязательных дисциплин по подготовке кадров высшей квалификации по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», направленности

1.4. СВЯЗЬ С ДИСЦИПЛИНАМИ, ИЗУЧАЕМЫМИ РАНЕЕ

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении дисциплин: методология научного исследования, методы совместного проектирования организационно-технологических распределительных комплексов и систем управления, информационно-измерительные и автоматизированные управляющие системы, программирование и теория алгоритмов

1.5. СВЯЗЬ С ПОСЛЕДУЮЩИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ

Полученные при изучении данной дисциплины знания, умения и навыки будут использоваться при изучении следующих дисциплин: элементы и устройства вычислительной техники и систем управления; системный анализ, управление и обработка информации

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Объем дисциплины: в зачетных единицах – 3 з.е., в академических часах – 108 ак.час.

Вид учебной работы	Часов		Семестр
	всего	в том числе в интерактивных формах	7
Общая трудоемкость дисциплины:	108	-	108
Аудиторные занятия:	54	8	36
Лекции (Л)	18	8	36
Практические занятия(Пр)	18		18
Лабораторные работы(Лр)	18		18
Самостоятельная работа студента:	54	-	54
Проработка прослушанных лекций и учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку, изучение рекомендуемой литературы (Л) – 9	4	-	4
Подготовка к практическим занятиям (Пз) – 9	4	-	4
Подготовка к лабораторным работам (Лр) – 9	18	-	18
Выполнение расчетно-графических (РГР) – 1	21		21
Написание рефератов (Р) – 1	3		3
Выполнение других видов самостоятельной работы (Др)	4		4
Вид промежуточного контроля:	зач	-	зач

Часы на внеаудиторные виды контактной работы обучающихся с преподавателем выделяются из самостоятельной работы обучающихся и часов, выделенных на промежуточную аттестацию, в соответствии с нормативами нагрузки преподавателей, утвержденными в университете ежегодно.

3.1. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Разделы дисциплины	Формируемые компетенции или их части	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа обучающегося и формы ее контроля			Текущий контроль результатов обучения и промежуточная аттестация, баллов по модулям (мин./макс.)
			Л, часов	№ Пз	№ Лр	№ РГР	№ Р	Др часов	
5 семестр									
1.	Введение. Основные понятия и определения. Классификация САУ. Математические модели систем автоматического управления, линеаризация, структурные схемы.	ПК-1, ПК-4, ПК-5	2	2	2	–		19	9/15
2.	Передаточные функции и частотные характеристики линейных непрерывных САУ и их свойства.	ПК-1, ПК-4, ПК-5	2	2	2	–			
3.	Алгебраические и частотные критерии устойчивости линейных непрерывных систем.	ПК-1, ПК-4, ПК-5	2	2	2	–			
4.	Анализ качества линейных непрерывных систем при детерминированных воздействиях.	ПК-1, ПК-4, ПК-5	2	2	2	–			30/50
5.	Анализ динамической точности линейных непрерывных систем при случайных воздействиях.	ПК-1, ПК-4, ПК-5	2	2	2	21			
6.	Синтез линейных непрерывных систем при детерминированных и случайных воздействиях.	ПК-1, ПК-4, ПК-5	2	2	2				
7.	Анализ и синтез систем цифрового управления.	ПК-1, ПК-4, ПК-5	2	2	2				
8.	Теория нелинейных систем управления.	ПК-1, ПК-4, ПК-5	2	2	2				
9.	Теория оптимальных и самонастраивающихся систем управления.	ПК-1, ПК-4, ПК-5	2	2	2	1	3		21/35
Промежуточная аттестация (зачёт)									
ИТОГО									60/100

3.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ КОНТАКТНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ

На аудиторную работу обучающихся с преподавателем, согласно учебному плану, отводится – 54 часа.

Аудиторная работа обучающихся с преподавателем включает в себя:

- лекции – 18 часов;
- практические занятия – 18 часов;
- лабораторные работы – 18 часов.

Часы, выделенные по учебному плану на подготовку к экзамену, в общее количество часов, выделенных на самостоятельную работу обучающихся, не входят, а выносятся на недели, отведенные на сессии – 36 часов на один экзамен.

Часы на внеаудиторные виды контактной работы обучающихся с преподавателем выделяются из самостоятельной работы обучающихся и часов, выделенных на промежуточную аттестацию, в соответствии с нормативами нагрузки преподавателей, утверждаемыми в университете ежегодно.

3.2. АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

3.2.1. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБЪЕМ В ЛЕКЦИОННЫХ ЧАСАХ (Л) – 18 ЧАСА

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем часов	Рекоменд. литература
1	Введение. Основные понятия и определения. Классификация САУ. Математические модели систем автоматического управления, линеаризация, структурные схемы. Основные понятия и термины: управляемый объект, регулятор, управляемая величина, воздействия. Управление и регулирование. Принципы построения автоматических систем. Пример системы автоматического регулирования. Краткий исторический очерк становления и развития теории автоматического управления. Роль отечественных ученых в развитии теории и практики автоматических систем. Место вычислительной техники в современных системах автоматического управления. Математические модели систем автоматического управления, линеаризация. Принципиальная, функциональная и структурная схемы системы. Классификация систем автоматического управления.	4	1, 2, 3, 7
2	Передаточные функции и частотные характеристики линейных непрерывных САУ и их свойства. Дифференциальные уравнения элементов и систем; нелинейные уравнения, нормальная форма Коши, пространство состояний, фазовое пространство; линеаризация нелинейных уравнений; формы записи линейных уравнений расчет свободного движения САУ. Расчет вынужденного движения САУ при действии гармонического воздействия, понятие об амплитудно-фазовой функции. Расчет вынужденного движения при действии периодического и произвольного воздействия, удовлетворяющих условиям Дирихле и являющихся абсолютно интегрируемыми функциями. Интеграл и преобразование Фурье. Расчет вынужденного движения при действии произвольного воздействия. Интеграл и преобразование Лапласа. Понятие передаточной функции. Переходная и импульсная переходные функции САУ. Интеграл Дюамеля. Определение передаточной функции и ее свойства. Передаточный коэффициент и его размерность. Передаточные функции по управлению, по возмущению, передаточные функции по ошибке. Передаточные функции статических и	4	1, 2, 3, 4, 12, 14

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем часов	Рекоменд. литература
	астатических систем. Передаточные функции минимально фазовых и не минимально - фазовых типовых звеньев. Определение передаточной функции группы элементов, преобразование структурных схем. Частотные характеристики типовых звеньев, построение их амплитудно-фазовых и логарифмических частотных характеристик. Построение амплитудно-фазовых и логарифмических частотных характеристик разомкнутых САУ. Построение частотных характеристик замкнутых САУ по частотным характеристикам разомкнутых.		
3	Алгебраические и частотные критерии устойчивости линейных непрерывных систем. Общие положения А.М. Ляпунова об устойчивости. Теорема А.М. Ляпунова об устойчивости непрерывных систем. Метод корневого годографа в исследовании устойчивости линейных непрерывных САУ. Критический коэффициент усиления. Алгебраические критерии устойчивости линейных непрерывных САУ. Частотные критерии: критерий Михайлова, Найквиста-Михайлова. Запасы устойчивости линейных непрерывных САУ. Устойчивость систем с запаздыванием. Построение областей устойчивости. Д-разбиения в плоскости одного и двух параметров	2	1, 2, 3, 4, 15
4	Анализ качества линейных непрерывных систем при детерминированных воздействиях. Основные показатели качества работы системы. Анализ качества при единичном воздействии, построение переходного процесса. Определение показателей качества переходного процесса. Определение показателей качества переходного процесса: по распределению корней характеристического уравнения, по частотным характеристикам. Интегральные оценки качества САУ. Анализ качества при медленно меняющихся воздействиях. Коэффициенты ошибок.	2	1, 2, 3, 4, 11
5	Анализ динамической точности линейных непрерывных систем при случайных воздействиях. Особенности работы систем под действием случайных воздействий, характеристики случайных величин, случайный стационарный процесс и его характеристики, прохождение случайного сигнала через линейную динамическую систему, расчет корреляционной функции и функции спектральной плотности ошибки системы при действии различных случайных воздействий, определение среднеквадратичного отклонения и дисперсии ошибки системы. Функции чувствительности САУ.	2	1, 2, 3, 4, 11
6	Синтез линейных непрерывных систем при детерминированных и случайных воздействиях. Понятие о синтезе линейных систем. Синтез систем, близких к оптимальным по быстродействию. Расчет параметров желаемых логарифмических частотных характеристик. Модальный синтез и оптимизация параметров САУ. Синтез систем оптимальных по минимуму среднеквадратичного отклонения ошибки. Задача Винера. Синтез корректирующих устройств.	2	1, 2, 3, 4, 11
7	Анализ и синтез систем цифрового управления	2	1, 2, 3, 4,

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем часов	Рекоменд. литература
	Классификация дискретных САУ. Понятие о решетчатых функциях и разностных уравнениях. Дискретное преобразование Лапласа. Частотное представление решетчатых функций. Теорема Котельникова. Z-преобразование и его свойства. Понятие о Z-передаточных функциях. Z-передаточные функции разомкнутых систем. Определение Z-преобразования выходной координаты замкнутой дискретной системы, преобразование структурных схем. Частотные характеристики дискретных систем. Метод корневого годографа для оценки устойчивости дискретных САУ. Алгебраические критерии устойчивости дискретных САУ. Аналоги частотных критериев устойчивости дискретных систем. Построение переходного процесса в дискретных САУ. Модифицированное Z-преобразование. Установившаяся ошибка в дискретных САУ. Интегральные оценки качества. Синтез дискретных корректирующих фильтров. Структурные схемы цифровых САУ. Передаточные функции цифровых САУ. Особенности исследования устойчивости и качества цифровых САУ. Фinitное управление. Синтез систем цифрового управления в пространстве состояний		11
8	Теория нелинейных систем управления. Существенно нелинейные характеристики систем автоматического управления. Понятие устойчивости в теории нелинейных систем. Анализ устойчивости прямым методом Ляпунова. Критерий абсолютной устойчивости Попова В. М. Метод гармонической линеаризации. Оценка устойчивости периодического режима. Применение метода гармонической линеаризации для исследования дискретных САУ. Преобразование структурных схем нелинейных систем. Метод фазовой плоскости в исследовании нелинейных САУ. Предельные циклы, метод точечных преобразований, переходные процессы.	2	1, 2, 3, 4, 11
9	Теория оптимальных и самонастраивающихся систем управления. Понятия о критериях оптимальности. Краткая характеристика методов оптимизации. Принцип максимума Понтрягина Л. С. Пример синтеза системы оптимальной по быстродействию. Понятие об экстремальных системах. Способы определения экстремума. Самонастраивающиеся системы. Аналитическое конструирование регуляторов.	2	1, 2, 3, 17

3.2.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (ПЗ) – 18 ЧАСОВ

Проводится 9 практических занятий по следующим темам:

№ Пз	Семестр	Тема практического занятия (семинара) и его содержание	Объем часов	Раздел дисциплины	Методы контроля
1	1	Математические модели объектов и систем управления.	4	1	Устн. опр.
2	1	Задачи построения и оптимизации систем управления.	2	2	Устн. опр.
3	1	Оптимизация систем методами классического вариационного	4	3	Устн. опр.

№ Пз	Семестр	Тема практического занятия (семинара) и его содержание	Объем часов	Раздел дисциплины	Методы контроля
		исчисления.			
4	1	Принцип максимума в задачах оптимизации систем управления.	2	4	Устн. опр.
5	1	Динамическое программирование в задачах оптимизации систем.	4	5	Устн. опр.
6	1	Оптимальные по быстродействию системы управления.	2	6	Устн. опр.
7	2	Системы управления, оптимальные по расходу ресурсов.	4	7	Устн. опр.
8	2	Системы управления, оптимальные по точности и расходу энергии.	2	8	Устн. опр.
9	2	Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов; многокритериальная оптимизация СУ.	4	9	Устн. опр.

3.2.3. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (Лр) – 18 ЧАСОВ

Выполняются 9 лабораторных работ по следующим темам:

№ Лр	Тема практического занятия и его содержание	Объем часов	Раздел дисциплины	Методы контроля
1	Функциональная структура управляющих микропроцессорных устройств. Однокристалльные ЭВМ. Промышленные контроллеры. Универсальные контроллеры. Цифровые регуляторы.	2	1,2	Устный опрос
2	Динамические характеристики и математические модели измерительно-преобразовательных устройств. Измерители системы управления движением центра масс. Оптико-телевизионные, лазерные, тепловизионные и радиолокационные приборы.	2	3,4	Устный опрос
3	Динамические характеристики астатического гироскопа. Уравнения движения и передаточные функции датчиков угловой скорости, гироскопических интеграторов линейных ускорений. Трехстепенной поплавковый гироскоп.	2	5,6	Устный опрос
4	Волоконно-оптические гироскопы. Принципы работы, схемно-конструктивные решения, технология изготовления.	2	7,8	Устный опрос
5	Уравнения движения и оптимизация геометрических параметров микромеханического гироскопа. Конструкции микромеханических гироскопов-акселерометров.	2	9, 10	Устный опрос
6	Синтез обратных связей микромеханических гироскопов- акселерометров. Идентификация коэффициентов чувствительности микромеханических гироскопов - акселерометров.	2	11, 12	Устный опрос

№ Лр	Тема практического занятия и его содержание	Объем часов	Раздел дисциплины	Методы контроля
7	Статические и динамические характеристики двигателей постоянного тока. Уравнения движения с учетом нагрузки, расчет механических характеристик и передаточных функций.	2	13, 14	Устный опрос
8	Уравнения движения, электромагнитный момент и механические характеристики двигателей переменного тока. Статическая устойчивость под нагрузкой, способы управления скоростью. Передаточные функции.	2	15, 16	Устный опрос
9	Расчет механических характеристик и передаточных функций гидро- и пневмоусилителей: со струйной трубкой; типа «сопло-заслонка»; золотникового типа.	2	17, 18	Устный опрос

3.2.4. ИННОВАЦИОННЫЕ ФОРМЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

При изучении данной дисциплины применяются следующие инновационные формы учебных занятий:

- интерактивная лекция;
- работа в команде (в группах);
- выступление студента в роли обучающего.

При этом предусматривается использование таких вспомогательных средств, как мультимедийный проектор, плакаты, раздаточный материал.

3.2.5. ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

При изучении данной дисциплины применяются следующие интерактивные методы обучения:

- интерактивная лекция;
- работа в команде (в группах);
- выступление студента в роли обучающего;
- решение ситуационных задач;
- разработка проекта.

При этом предусматривается использование таких вспомогательных средств, как мультимедийный проектор, плакаты, раздаточный материал.

3.3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

На самостоятельную работу обучающихся, согласно учебному плану, отводится – 54 час.

Самостоятельная работа студентов включают в себя:

1. Проработку прослушанных лекций и учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку, изучение рекомендованной литературы – 12 часа.
2. Подготовку к практическим занятиям – 12 часа.
3. Подготовку к лабораторным работам – 12 часов.
4. Написание рефератов – 3 часа.

Часы на внеаудиторные виды контактной работы обучающихся с преподавателем

выделяются из самостоятельной работы обучающихся и часов, выделенных на промежуточную аттестацию, в соответствии с нормативами нагрузки преподавателей, утверждаемыми в университете ежегодно.

1) .

3.3.1. КУРСОВАЯ РАБОТА (КР) – 0 ЧАСОВ

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

3.3.2. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ (РГР) РАБОТЫ – 0 ЧАСОВ

Выполняется 1 расчетно-графическая работа по следующим темам.

№ Дз	Тема расчётно-графической работы	Объем часов	Раздел дисциплины
1	Передаточные функции САУ, преобразование структурных схем	2	2
2	Частотные характеристики линейных непрерывных САУ	2	2
3	Устойчивость линейных непрерывных САУ	2	3
4	Анализ качества при детерминированных и случайных воздействиях	2	4
5	Устойчивость дискретных систем управления	2	7
6	Устойчивость нелинейных систем управления	2	8

3.3.3. РЕФЕРАТЫ – 3 ЧАСОВ

Выполняются рефераты по следующим темам:

№ Дз	Тема контрольных работ	Объем часов	Раздел дисциплины
1	Передаточные функции САУ, преобразование структурных схем	3	2
2	Частотные характеристики линейных непрерывных САУ	3	2
3	Устойчивость линейных непрерывных САУ	3	3
4	Анализ качества при детерминированных и случайных воздействиях	3	4
5	Устойчивость дискретных систем управления	3	7
6	Устойчивость нелинейных систем управления	3	8

3.3.4. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ (КР) – 0 ЧАСОВ

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

3.3.5. ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ (ДР) – 3 ЧАСОВ

Выполняются 2 домашних задания (Дз)

№ Дз	Тема домашних работ	Объем часов	Раздел дисциплины	Рекомендуемая литература
1	Синтез линейных непрерывных систем по заданным показателям качества.	2	6	1, 4, 10, 11
2	Синтез цифровых систем управления	1	7	1, 4, 10, 11

4. ТЕКУЩИЙ И ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для оценки текущей успеваемости используются следующие формы текущего контроля:

№ п/п	Раздел дисциплины	Форма текущего контроля	Формируемые компетенции	Текущий контроль результатов обучения, баллов (мин./макс.)
1	1	Защита лабораторной работы № 1	ОП-3, ОПК-4, ПК-8, ПК-30.	3/5
2	2	Защита лабораторной работы № 2	ОП-3, ОПК-4, ПК-8, ПК-30.	3/5
3	3	Защита лабораторной работы № 3	ОП-3, ОПК-4, ПК-8, ПК-30.	3/5
Всего за модуль				9/15
1	4	Защита лабораторной работы № 4	ОП-3, ОПК-4, ПК-8, ПК-30.	3/5
2	5	Защита лабораторной работы № 5	ОП-3, ОПК-4, ПК-8, ПК-30.	3/5
3	6	Защита лабораторной работы № 6	ОП-3, ОПК-4, ПК-8, ПК-30.	3/5
4		Защита РГР	ОП-3, ОПК-4, ПК-8, ПК-30.	12/20
Всего за модуль				21/35
1	7	Защита лабораторной работы № 7	ОП-3, ОПК-4, ПК-8, ПК-30.	3/5
2	8	Защита лабораторной работы № 8	ОП-3, ОПК-4, ПК-8, ПК-30.	3/5
3	9	Защита лабораторной работы № 9	ОП-3, ОПК-4, ПК-8, ПК-30.	3/5
Всего за модуль				12/20
Итого:				60/100

Обучающиеся, не выполнившие в полном объеме установленных требований и не набравшие суммарное количество рейтинговых баллов по текущему контролю успеваемости выше минимально установленных, не допускаются к промежуточной аттестации по данной дисциплине, как не выполнившие график учебного процесса по данной дисциплине.

4.2. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для оценки результатов изучения дисциплины используются следующие формы промежуточной аттестации:

Семестр	Разделы дисциплины	Форма промежуточного контроля	Проставляется ли оценка в приложение к диплому	Промежуточная аттестация, баллов (мин./макс.)
---------	--------------------	-------------------------------	--	---

5	1 - 9	зачёт	да	-
---	-------	-------	----	---

Обучающийся, выполнивший все предусмотренные учебным планом задания, сдавший все контрольные мероприятия по текущему контролю результатов обучения и прошедший промежуточную аттестацию, получает итоговую оценку по дисциплине за семестр в соответствии со шкалой:

Рейтинг	Оценка на экзамене, дифференцированном зачете	Оценка на зачете
85 – 100	отлично	зачет
71 – 84	хорошо	зачет
60 – 70	удовлетворительно	зачет
0 – 59	неудовлетворительно	незачет

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

5.1.1. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Коновалов Б.И., Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления Издательство "Лань", 2020 ISBN 978-5-8114-1034-7
2. Смирнов Ю.А. Управление техническими системами: учебное пособие Издательство "Лань", 2020 ISBN 978-5-8114-3899-0
3. Смирнов Ю.А. Технические средства автоматизации и управления Издательство "Лань", 2018 ISBN 978-5-8114-2376-7
4. Ким Д. П. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы. М.: – Физматлит, 2003
5. Ротач В. Я. Теория автоматического управления. Учебник для студентов ВУЗов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.
6. Теория автоматического управления. Учебник для студентов ВУЗов: под редакцией
7. Яковлева В. Б. – М.: Высшая школа, 2005.

Дополнительная литература:

8. Пантелеев А. В., Бортакровский А. С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2003.
9. Методы классической и современной теории автоматического управления: под редакцией Пупкова К.А., Егупова Н. Д. Т.1 Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления. – М.: Энергоатомиздат, 2004.
10. Методы классической и современной теории автоматического управления: под редакцией Пупкова К.А., Егупова Н. Д. Т.2 Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления. – М.: Энергоатомиздат, 2004.
11. Методы классической и современной теории автоматического управления: под редакцией Пупкова К. А., Егупова Н. Д. Т.3 Синтез регуляторов систем автоматического управления. – М.: Энергоатомиздат, 2004.
12. Ким Д. П. Теория автоматического управления. Т.2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. – М.: Физматлит, 2004.

5.1.2. УЧЕБНЫЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К АУДИТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ И ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

13. Есаков В. А. Синтез систем автоматического управления. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005
14. Теория автоматического управления : Учебник для студ. вузов обуч. по направ. подгот. бакалавров и магистров "Автоматиз. и управ." и направ. подгот. диплом. спец. /

- С.Е. Душин, Н.С. Зотов, Д.Х. Имаев, Н.Н. Кузьмин, В.Б. Яковлев; Под ред. В.Б. Яковлева, Волковой, В.Н. Козлова. - М. : Высшая школа, 2005. - 566 с.
15. Есаков В. А., Дудко В. Г. Теория автоматического управления. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005
 16. Есаков В. А., Синяков В. С., Степанов А. Г. Основы расчета и проектирования приводов систем управления движущимися объектами. – М.: ГОУ ВГО МГУЛ, 2008
 17. Есаков В. А., Дудко В. Г. Анализ качества и синтез параметров систем автоматического управления. – М.: ГОУ ВГО МГУЛ, 2009.
 18. Рубинштейн А. И., Есаков В. А., Урошлев Л. А. Дифференциальные уравнения в теории автоматического управления – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009.
 19. Дудко В. Г., Есаков В. А. Матричные операции MATLAB в задачах теории автоматического управления – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010.
 20. Есаков В. А. Критерии устойчивости дискретных систем автоматического управления. – М.: ГОУ ВГО МГУЛ, 2010.
 21. Есаков В. А., Земляной Г. Ф., Дудко В. Г. Основы теории и проектирования систем автоматического управления. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2011.
 22. Дудко В. Г. Анализ линейных непрерывных САУ. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007.
 23. Дудко В. Г. Визуализация результатов вычислений в MATLAB. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010.
 24. Есаков В. А., Ачильдиев В. М. Модальный синтез и оптимизация параметров систем автоматического управления. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ., 2006

5.1.3. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

21. ЕСКД: ГОСТ 2.3335-78 (моделирование автоматических систем); ГОСТ 2.105-95 (общие требования к текстовым документам); ГОСТ 2.004-88 (общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ)

5.1.4. ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ И ДРУГИЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

22. www.protgu.ru;
23. www.honiumwell.ru;
24. www.dreper.com

5.2. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении данной дисциплины используются следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

№ п/п	Средство обеспечения освоения дисциплины	Раздел дисциплины	Вид аудиторных занятий и самостоятельной работы
1.	Демонстрационные стенды	1, 2, 3	Л.
2.	Видеофильмы	6, 7	Л.
3.	Плакаты	1, 2, 3, 4	Л.
4.	Программное обеспечение: MATLAB; MATCAD, SIAM; ТАУ-2	2-9	Дз.

5.3. РАЗДАТОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

При изучении данной дисциплины используются следующий раздаточный материал:

№ п/п	Раздаточный материал	Раздел дисциплины	Вид аудиторных занятий
1.	Номограммы для построения ЛАХ и ЛФХ	4	Дз
2.	Номограммы для построения АЧХ и ВЧХ	4	Дз

5.4. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ ПО ВСЕМУ КУРСУ

При проведении итогового контроля для оценки результатов изучения

дисциплины вынесены следующие вопросы:

1. Основные понятия и определения теории автоматического управления и дать классификацию систем автоматического управления.
2. Привести пример системы автоматического управления. Показать принципиальную, функциональную и структурную схемы этой системы.
3. Изложить расчет свободного движения САУ.
4. Изложить расчет вынужденного движения САУ при гармоническом воздействии. Дать понятие о частотных функциях и частотных характеристиках системы.
5. Изложить расчет вынужденного движения САУ при периодическом воздействии и при воздействии, удовлетворяющем условию Дирихле и являющимся абсолютно интегрируемой функцией. Интеграл и преобразование Фурье.
6. Изложить расчет вынужденного движения САУ с помощью преобразования Лапласа. Дать понятие о передаточной функции САУ. Показать связь между передаточной функцией и амплитудно-фазовой функцией.
7. Дать понятие о переходной и импульсной переходной функциях САУ. Показать связь между переходной и импульсной переходными функциями. Расчет вынужденного движения САУ при произвольном воздействии. Интеграл Дюамеля.
8. Дать определение и изложить основные свойства передаточных функций линейных САУ. Передаточный коэффициент и его размерность. Передаточные функции статических и астатических систем.
9. Передаточные функции и временные характеристики типовых динамических звеньев. Передаточных функций для группы элементов. Преобразование структурных схем.
10. Частотные характеристики типовых звеньев. Построение АФХ разомкнутых САУ. Построение ЛАХ и ЛФХ разомкнутых САУ. Построение частотных характеристик замкнутой системы по частотным характеристикам разомкнутой.
11. Анализ устойчивости по расположению корней характеристического полинома. Метод корневого годографа.
12. Алгебраические критерии устойчивости. Критерий устойчивости Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста-Михайлова. Понятие запасов устойчивости по фазе и амплитуде. Анализ устойчивости систем с запаздыванием.
13. Д-разбиения в плоскости одного и двух параметров.
14. Анализ качества САУ при ступенчатом воздействии по ее частотным характеристикам.
15. Расчет линейных и квадратичных интегральных оценок качества САУ.
16. Анализ качества при гармонических и медленно меняющихся воздействиях. Расчет коэффициентов ошибок.
17. Прохождение случайного сигнала через динамическую систему.
18. Оценка динамической точности при действии на систему воздействия типа «q».
19. Оценка динамической точности при действии на систему воздействия типа «n».
20. Методы улучшения качества САУ за счет введения сигналов ошибки, производной ошибки, интеграла ошибки. Методы улучшения качества САУ за счет введения обратных связей. Улучшение качества САУ за счет комбинированного управления.
21. Синтез линейных непрерывных систем при детерминированных воздействиях.
22. Синтез линейных непрерывных систем при случайных воздействиях.
23. Алгебраические и частотные критерии устойчивости дискретных систем.
24. Синтез цифровых систем управления.
25. Анализ устойчивости и качества нелинейных систем управления.
26. Синтез систем оптимальных по быстродействию.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

При изучении данной дисциплины используются следующее материально-техническое обеспечение:

№ п/п	Наименование и номера специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Раздел дисциплины	Вид контактной работы обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы обучающихся
1	Учебная лаборатория Компьютерный класс 1307-помещение для проведения лабораторных работ, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся, имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации	Стол для преподавателя 1шт, стул для преподавателя 1шт, парты – 16 шт, стулья 16 шт. Доска интерактивная 1 шт, проектор 1шт, ПК-16 шт. Базовое ПО: Microsoft Windows 10 Pro № Договор от 14.10.2016 г. Сервисное ПО: UltraVNC свободно распространяемое ПО, Veyon свободно распространяемое ПО Прикладное ПО: Microsoft Office Professional Plus 2013 № 78174182, PTC Mathcad Prime 1.3 № 22270, MathWorks MATLAB\Simulink № 906991, SolidWorks Education Edition № 9710009753108131, Arduino Studio Лицензия без номера, CODESYS V3 ОВЕН Лицензия без номера, Adastrа TRACE MODE № FTM-6-64K-B-RU-WIN, DOSBox свободно распространяемое ПО, Microsoft Visual Studio Community Лицензия без номер	1 – 3	Л
2	Учебная аудитория, учебная лаборатория 1317 - помещение для проведения лабораторных работ, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся	Парты ученические- 15 шт. Доска маркерная -2шт., Плакаты- 10шт. Маятниковый копёр30 - 2шт., Машина на кручение 6КГ–1шт.	1 – 3	Пз, Лр
	Учебная лаборатория 1409А - помещение для проведения лабораторных работ, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся	Стол для преподавателя 1шт., стул для преподавателя 1шт., парты – 6 шт., стулья 3 шт. Доска маркерная 1 шт.	1 – 3	Пз, Лр